ZAJEDNICA
ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA
1064 HRVATSKE

ENERGIJA

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA
HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU, ZAGREB

GODIŠTE 7 ZAGREB GODINA 1958

SADRŽAJ ENERGIJE U 1958. GODINI

UVODNI ČLANCI

	Broj	Str.
Riječ Većeslava Holjevca povodom proslave 50-godišnjice elektroprivrede grada Zagreba	10	345
Damjanić Miloš: Zakon o elektroprivrednim organizacijama	3—4	71
Damjanić Miloš: Uvodna riječ povodom konačnog dovršenja termoelektrane Jertovec—Konjščina	9	262

OPĆI PRIKAZI

Dabac ing. Vlatko: Predradnje za izgradnju elektrane u Zagrebu	10	348
Horvat ing. Vinko: Udružene električne centrale (UEC)	10	354
Mlinarić Đuro: Revolucionarni rad u bivšoj GEC u Zagrebu	10	406
Kršulović Ante: Sadašnja organizacija poduzeća »Elektrane« u Zagrebu	10	415
Lučev Ante: Organizacija i organi upravljanja poduzeća »Elektra« u Zagrebu	10	413
Radetić Ernest: Uloga radnog kolektiva u elektroprivredi grada Zagreba od 1907 do 1957	10	399
Radetić Ernest: Od nekadašnje GEC do današnje suvremene organizacije elektroprivrede u Zagrebu	10	417
Ribić ing. Božidar: Uloga elektroprivrede u razvoju grada Zagreba	10	346
Tisaj Tomo: Djelatnost sindikata u poduzećima nakon oslobođenja	10	410

STUDIJE I ISTRAŽIVANJA

Balling ing. Miroslav: Ekonomična primjena naših distributivnih transformatora	5—6	133
Dokmanić ing. Mladen: Razvoj mreže grada Zagreba u budućnosti	10	434
Feuerbach ing. Vlado: Ispitivanje parnih kotlova i turbo-agregata u termoelektrani Jertovec	11—12	467
Filipović ing. Božidar: Energetska ekonomičnost opskrbe potrošača električnom energijom u Jugoslaviji	5—6	148
Janić ing. Ivan: Elektrifikacija Kvarnerskih otoka	3—4	93
Jerić ing. Jerko: Raspoložive i iskorišćene hidrauličke energije u elektroenergetskim sistemima	1—2	5
Kulik ing. Roman: Gorivo za elektranu Jertovec	9	274
Leskovar ing. Marijan: Perspektivni razvoj proizvodne cijene električne energije	1—2	37
Leskovar ing. Marijan: Prijedlog nove metode za određivanje veličine izgradnje hidroelektrana	3—4	72
Leskovar ing. Marijan: Cijene električne energije u Jugoslaviji	7—8	211
Lucati ing. Jakob: Glavni izvori toplinske energije u NR Hrvatskoj	1—2	13
Lucati ing. Jakob: Parni kotlovi u NR Hrvatskoj	5—6	143
Markovčić ing. Boris i *Škarica* ing. Ranko: Prilog izboru najnovijeg tipa stupa i vodiča za naše vodove 220 kV	5—6	140
Matešić ing. Boris: Nalazište lignita na području Vukomeričkih Gorica	11—12	462
Mihajlov ing. Juraj: Prikaz projekta toplane u Zagrebu	10	427
Požar prof. dr. ing. Hrvoje: Elektroenergetske prilike u Jugoslaviji nakon izgradnje prvih velikih hidroelektrana	1—2	8
Požar prof. dr. ing. Hrvoje: Granica opravdanosti redukcija potrošnje u elektroenergetskom sistemu	11—12	457
Stefanini prof. dr. ing. Božidar: Izbor izolatora za Jadranski dalekovod	1—2	26
Škarica ing. Ranko i *Fišer* ing. Karlo: Dalekovod Zagreb—Jajce	5—6	159

IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKIH POSTROJENJA

Abbaffy ing. Miloslav: Vlastita potrošnja termoelektrane Jertovec	9	323
Baranović ing. Borivoj: Osnove elektrane Jertovec	9	270
Begović ing. Krunoslav: Hidroelektrana Senj — Osnovna koncepcija rješenja elektro-strojarskog dijela elektrane	7—8	197
Bulić ing. Ivo: Izgradnja hidroelektrane Split	1—2	3
Gaćina ing. Ante i *Šimunić* ing. Milivoj: Strojarski dio termoelektrane Jertovec	9	297

	Broj	Str.
Grlić ing. Aleksandar: Obnova i proširenje električne mreže grada Pule i okolice	1—2	45
Herr ing. Stjepan: Parni kotlovi u II. etapi termoelektrane Jertovec	9	317
Kirinčić Dušan: Hidroelektrana Rijeka — I etapa postrojenja na Rječini	3—4	98
Kirinčić Dušan: Transformatorska stanica 110/50 kV Vlaška (Raša)	7—8	231
Matjan ing. Ljudevit: Opis smještaja objekata i pregled osnovne opreme elektrane Jertovec	9	274
Matjan ing. Ljudevit: Električni dio termoelektrane Jertovec	9	323
Planić ing. Radoslav: Investicioni troškovi termoelektrane Jertovec	9	283
Skare ing. arh. Ante i *Čalogović* ing. Marko: Građevinsko-arhitektonska koncepcija termoelektrane Jertovec	9	289
Šaler Antun: Zaštita i automatika termoelektrane Jertovec	9	335
Žepić prof. ing. Vladimir: Historijski razvoj prvog projekta termoelektrane Jertovec	9	265

TEHNIČKA I POGONSKA PROBLEMATIKA

Jung ing. Miroslav: Tokovi snaga i naponske prilike u 110 kV mreži Hrvatske	7—8	226
Kuzele ing. Petar: Faktor snage zagrebačke industrije i njegova kompenzacija	7—8	222
Ledinegg prof. dr. ing. M.: Proračun pregradnih pregrijača pare	7—8	228
Majić ing. Josip: Regulacioni uređaj kotlova I. etape termoelektrane Jertovec	11—12	475
Mihajlov ing. Juraj: Tehnički razvoj termoelektrane grada Zagreba	10	350
Padjen ing. Ladislav: Razvoj mreže u razdoblju od 1945 do 1948.	10	368
Padjen ing. Ladislav i *Štok* Rudolf: Predradnje za izgradnju i razvoj mreže grada Zagreba 1907. do 1930.	10	357
Pavljak ing. Stjepan: Toplinska stanica elektrane Zagreb	10	376
Purec ing. Josip: Izgradnja i razvoj mreže grada Zagreba od 1949. do 1956.	10	370
Stefanini prof. dr. ing. Božidar: Pokusni paralelni pogon 110 kV mreže Jugoslavije 20. do 22. XII. 1957.	5—6	156
Šercl Stjepan: Perspektive budućeg korištenja stare elektrane Zagreb	10	422
Šodan ing. Milan: Energetska uloga termoelektrane Jertovec	9	281
Tilić ing. Boris: Razvoj električne mreže grada Zagreba u godini 1957.	10	371
Žepić prof. ing. Vladimir: Snabdijevanje zagrebačkog područja električnom energijom i razvoj mreže od 1930. do 1945.	10	361

EKONOMSKO-FINANCIJSKA PROBLEMATIKA

	Broj	Str.
Alajbeg Ante: Jedinstveni sistem za analitičku procjenu radnih mjesta u elektroprivredi	5—6	172
Alajbeg Ante: Normiranje radne snage u distribuciji električne energije	11—12	484
Bezerić Jakov: Investicije u elektroprivredi grada Zagreba od 1907. do 1957.	10	395
Feöcze Danijel: Dinamika cijene električne energije	1—2	31
Feöcze Danijel: Novi ekonomski odnosi unutar elektroprivrede	3—4	80
Feöcze Danijel: Razvoj strukture vlastite cijene koštanja i prodaje električne energije	10	392
Feöcze Danijel: Racionalizacija prodajne službe u elektroprivredi	11—12	478
Filipović ing. Božidar: Pedeset godina razvoja potrošnje i cijene električne energije u gradu Zagrebu	10	379
Kragujević Stjepan: Organizacija poduzeća »Elektro-Slavonija« i razvoj elektrifikacije u Slavoniji	5—6	166
Kršulović Ante: Kratak prikaz sadržaja bilance GEC i njenih priloga kroz 50 godina	10	397
Kršulović Ante: Utvrdimo normu privredno-računskoj službi	11—12	483

RAZNO

Baranović ing. Borivoj: Ekonomičnost toplana — Rezime sa sastanka VDEW u Stuttgartu	3—4	100
D. F.: Jedinstvene osnove za obavezno uvođenje normativa u elektroprivredi	5—6	179
D. F.: Utvrđuje se visina minimalnih ličnih dohodaka	11—12	503
Drugo savjetovanje Jugoslavenskog društva za hidraulička istraživanja	7—8	242
D. Š.: Dodaci za posebne uvjete života i rada u elektroprivredi	11—12	504
E. R.: Neki značajniji datumi iz zagrebačke elektroprivrede	10	441
I. R.: Proizvodnja nafte i zemnog plina u Jugoslaviji	7—8	241
Kirinčić Dušan: Pedeset godina termoelektrane Rijeka	11—12	486
Kostanjšek Dragutin: Razvoj i stanje elektrifikacije NR Hrvatske u 1956.	1—2	48
Kostanjšek Dragutin: Stanje elektroprivrede LR Slovenije u 1956.	1—2	50
Kostanjšek Dragutin: Razvoj široke potrošnje električne energije u NR Hrvatskoj	7—8	238
Kostanjšek Dragutin: Elektroprivreda Hrvatske u 1957.	11—12	491
Kostanjšek Dragutin: Elektroprivreda u Sloveniji u godini 1957.	11—12	494
Kostanjšek Dragutin: Razvoj elektroprivrede Bosne i Hercegovine i stanje u 1957.	11—12	496

	Broj	Str.
Kostanjšek Dragutin: Elektroprivreda Evrope 1952—1956	11—12	500
Leskovar ing. Marijan: Cijena električne energije i ljudski odnosi u elektroprivredi	11—12	489
Lucati ing. Jakob: Unapređenje toplinskog gospodarstva u FNRJ . . .	5—6	176
Lucati ing. Jakob: Premiranje ložača parnih kotlova	7—8	234
Lučev ing. Ivan: Uputa za brzo određivanje doprinosa iz osobnog dohotka privredne organizacije	3—4	105
Pregled poduzeća, koja su sudjelovala na istražnim radovima, projektiranju, gradnji i montaži termoelektrane Jertovec—Konjščina . . .	9	338
Škarica ing. Branko: Dodirni naponi na željeznim stupovima distributivnih mreža	5—6	178
Zasjedanje C.I.G.R.E. 1958. . . .	3—4	110
Žanić ing. Ivan: Energetika u društvenim planovima razvitka Jugoslavije	3—4	104

IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

Feöcze D.: Pregled nezgoda od udara električne struje u Britaniji . .	5—6	184
Feöcze D.: Elektrifikacija Iberskog poluotoka	7—8	247
Jerić ing. Jerko: Budućih stotinu god.	1—2	56
Jerić ing. Jerko: Aktivnost u Italiji na području nuklearne energije . .	1—2	58
Jerić ing. Jerko: Doprinos nuklearne energije za pokriće potreba na energiji	3—4	117
Markovčić ing. Boris: Elektroprivreda Rumunjske	1—2	57
Markovčić ing. Boris: Razvoj elektroprivrede i elektroindustrije u SSSR za 40 godina	3—4	118
Stefanini prof. dr. ing. Božidar: Održavanje sigurnosnih razmaka na stupovima kod niskih temperatura .	3—4	119
Stefanini prof. dr. ing. Božidar: Izvedba uzemljenja kod velikih postrojenja	5—6	183
Vitez dr. Milan: Pojačana proizvodnja nafte u podunavskim zemljama .	7—8	248

VIJESTI IZ PODUZEĆA, ZAJEDNICE I INSTITUTA

	Broj	Str.
Specijalizacija elektroprivrednih stručnjaka u inozemstvu; Stručna ekskurzija u Poljsku; Prijedlog za otvaranje odsjeka elektro-smjera na Visokoj tehničkoj školi u Zagrebu . .	1—2	53
Pitanje elektroprivrednih škola; Zajam termoelektrani Jertovec za stambenu izgradnju; Prihvaćen prijedlog izgradnje dalekovoda i transformatorskih stanica u 1958., te 1959.—1961.; Osiguranje osnovnih sredstava elektroprivrede kod DOZ-a; Plan remonta i program radova, koji se u 1958. financiraju iz amortizacionog fonda; Osnovana je komisija za impregnaciju; Prijenos osnovnih sredstava (R. E.) Važniji pogonski događaji u listopadu i studenom 1957	1—2	54
Zagreb dobiva školu za pogonske inženjere	3—4	110
Još jedan problem manje za elektroprivredu Hrvatske	3—4	111
Poduzeća za distribuciju električne energije s područja NR Hrvatske osnivaju svoje stručno udruženje .	3—4	113
Izabran je novi upravni odbor Zajednice elektroprivrednih poduzeća NR Hrvatske, Razne vijesti iz Zajednice	3—4	114
Pušten u pogon dalekovod 120 kV Varaždin—Söjtör	3—4	116
Jubilej najvećeg potrošača električne energije u Šibeniku	3—4	116
Snabdijevanje grada Splita električnom energijom	5—6	180
Elektroprimorje, Rijeka	5—6	181
Važniji pogonski događaji u prosincu 1957, siječnju i veljači 1958 . .	5—6	181
Elektroprojekt — Zagreb proširuje svoju djelatnost	5—6	182
Jovanović Mirko: II. i III. zasjedanje upravnog odbora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske . .	7—8	243
Jovanović Mirko: Savjetovanje direktora elektroprivrednih škola i dačkih domova	7—8	244
Prve riječke električne centrale (Prilikom 50. godišnjice TE Rijeka) . .	7—8	245
In memoriam Ing. M i l u n Nevenu .	7—8	246
Iz Elektroopskrbe, Zagreb	11—12	502
Žepić prof. ing. V.: Polaganje temeljnog kamena za zagrebačku Toplanu . .	11—12	504
D. F.: Desetgodišnjica časopisa *Elektroprivreda*	11—12	505
Jovanović M.: Sa zasjedanja Upravnog odbora ZEPH	11—12	506
Sakar ing. Z.: Savjetovanje s ložačima i strojarima u vezi toplinske racionalizacije u pogonima	11—12	508
Žepić prof. ing. V.: III. red. skupština Jugoslavenskog elektrotehničkog komiteta	11—12	508
Važniji pogonski događaji od ožujka do studenog 1958.	11—12	511
Poduzeće Elektra gradi radionicu za popravak transformatora . . .	11—12	511
In memoriam Vladi B i š k u p u . .	11—12	511
Pregled novih stručnih knjiga . . .	11—12	512

ENERGIJA

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

GODINA 1958 BROJ 1-2

SADRŽAJ

STUDIJE I ISTRAŽIVANJA

Raspoložive i iskorišćene hidraulične energije u elektroenergetskim sistemima, Ing. Jerko Jerić, Institut za elektroprivredu, Zagreb 5
Elektroenergetske prilike u Jugoslaviji nakon izgradnje prvih velikih hidroelektrana, Prof. Dr. Ing. Hrvoje Požar, suradnik Instituta za elektroprivredu, Zagreb 8
Glavni izvori toplinske energije u NR Hrvatskoj, Ing. Jakob Lucati, Institut za elektroprivredu, Zagreb . . 13
Izbor izolatora za Jadranski dalekovod, Prof. Dr. Ing. Božidar Stefanini, Elektrotehnički fakultet, Zagreb 26
Perspektivni razvoj proizvodne cijene električne energije, Ing. Marijan Leskovar, Institut za elektroprivredu, Zagreb 37

IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKIH POSTROJENJA

Počinje izgradnja hidroelektrane Split, Ing. Ivo Bulić, Dalmatinske hidroelektrane, Split 3
Obnova i proširenje električne mreže grada Pule i okolice, Ing. Aleksandar Grlić, Elektro-Istra, Pula . 45

EKONOMSKO-FINANCIJSKA PROBLEMATIKA

Dinamika cijene električne energije, Daniel Feöcze, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb 31

RAZNO

Razvoj i stanje elektrifikacije NR Hrvatske u 1956., Drago Kostanjšek 48
Stanje elektroprivrede L. R. Slovenije u 1956., Drago Kostanjšek 50

VIJESTI IZ PODUZEĆA, ZAJEDNICE I INSTITUTA

Specijalizacija elektroprivrednih stručnjaka u inozemstvu; Stručna ekskurzija u Poljsku; Prijedlog za otvaranje odsjeka elektro-smjera na Visokoj tehničkoj školi u Zagrebu 53
Pitanje elektroprivrednih škola; Zajam termoelektrani Jertovec za stambenu izgradnju; Prihvaćen prijedlog izgradnje dalekovoda i transformatorskih stanica u 1958., te 1959.—1961.; Osiguranje osnovnih sredstava elektroprivrede kod DOZ-a; Plan remonta i program radova, koji se u 1958. financiraju iz amortizacionog fonda; Osnovana je komisija za impregnaciju; Prijenos osnovnih sredstava (R. E.) Važniji pogonski događaji u listopadu i studenom 1957 54

IZ STRANE LITERATURE

Budućih stotinu godina, Ing. J. Jerić 56
Elektroprivreda Rumunjske, Ing. B. Markovčić . . 57
Aktivnost u Italiji na području nuklearne energije, Ing. J. Jerić, ... 58

STATISTIKA

Statistika za mjesec listopad i studeni 1957. 59

Godište 7

Uredništvo i uprava

Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37
Poštanski pretinac 451
Telefoni 39-546, 36-051

Urednički odbor

Glavni i odgovorni urednik: **Ing. Božidar Filipović.** Urednici rubrika: **Ing. Borivoj Baranović** (Studije i istraživanja), **Ing. Alojzije Ščap** (Tehnička i pogonska problematika), **Ing. Radoslav Planić** (Izgradnja elektroenergetskih postrojenja), **Anđelko Marušić** i **Danijel Feöcze** (Ekonomsko-financijska problematika), **Ing. Ivan Lučev** (Tarifna pitanja), **Ivan Medvedec** (Opća problematika), **Držislav Šutej** (Vijesti iz poduzeća), **Prof. Ing. Vladimir Žepić** (Iz strane literature), **Krešimir Lang** (Statistika), **Ing. Marijan Brezinšćak** (Tehnički urednik).

Komercijalno i financijsko rukovodstvo: **Ernest Radetić**

Godišnja pretplata

za tuzemstvo: za pojedince Din 720.-,
za poduzeća i ustanove Din 2500.-,
za inozemstvo: $ 6.-

Pojedini broj: Din 120.-, dvobroj Din 200.-

Tekući račun

Komunalna banka - Zagreb,
br. 40-KB-3-Ž-338

Tisak: Grafički zavod Hrvatske, Zagreb

ENERGIJA BR. 3—4 IZMEĐU OSTALOGA
OBJAVLJUJE:

Daniel Feöcze:
Novi ekonomski odnosi u elektroprivredi

Ing. Ivan Janić:
Elektrifikacija Kvarnerskih otoka

Ing. Marijan Leskovar:
Prijedlog nove metode za određivanje veličine izgradnje hidroelektrana

Stjepan Kragujević:
Razvoj elektrifikacije u Slavoniji

Dušan Kirinčić:
Hidroelektrana Rijeka — I. etapa postrojenja na Rječini

POČINJE IZGRADNJA HIDROELEKTRANE SPLIT

Ing. Ivo Bulić, Dalmatinske hidroelektrane, Split

621.311.21.002.2

Odlukom Saveznog izvršnog vijeća od 5. VIII. 1957. odobren je zajam za početak radova na HE Split. Značaj i veličina ovih radova, kao i brzina izvedbe objekta, zahtijeva posebne mjere zbog čega ima ovaj događaj naročitu važnost. Članak iznosi osnovne podatke iz investicionog programa, kronološki pregled dosadašnjih rješenja, te prikaz radova, koji se već izvode. Isto su tako navedena i najvažnija pitanja, koja treba prvenstveno riješiti.

U FNR Jugoslaviji jedan od najvećih, a u NR Hrvatskoj dosad svakako najveći elektroenergetski objekt, HIDROELEKTRANA SPLIT, počinje se graditi.

U vezi »Prijedloga za perspektivni razvoj elektroprivrede Jugoslavije«, što ga je podnio JUGEL u svibnju 1957., Savezno izvršno vijeće donijelo je dne 5. kolovoza 1957. pod brojem 287, »Rješenje o odobrenju investicionog programa izgradnje I. etape HE Split«.

Rješenje predviđa kapacitet od 1.482 GWh i odobrava investiciona sredstva od 17 milijardi dinara, od toga deviza za 2.529 milijuna dinara (po tečaju 1 $ = 632 Din)

Odlukom br. 290 od istoga datuma SIV dodijelilo je i zajam za izgradnju, pa je Jugoslavenska investiciona banka — Filijala u Splitu, dopisom br. I-3985/57 od 12. VIII. 1957. obavijestila Dalmatinske hidroelektrane o davanju avansa.

Rješenjem Izvršnog vijeća NR Hrvatske postavljen je za direktora poduzeća Miro Šegvić, koji je dne 1. rujna 1957. preuzeo dužnost i poduzeće je odmah poduzelo sve potrebne korake radi započinjanja radova na izgradnji toga našeg nadasve značajnoj elektroenergetskog objekta.

Registrirajući taj za elektroprivredu Hrvatske, a i cijele Jugoslavije, vrlo važan događaj, iznosimo nekoliko podataka, koji će bolje od svih opisivanja prikazati zamašnost toga objekta.

Prijedlog perspektivnog plana razvoja elektroprivrede Jugoslavije (Jugel — svibanj 1957) daje ove podatke

216 MW, 230 MVA, broj agregata = 2, ukupne investicije bez trafostanice 110/220 kV = 16,119 mil. dinara + društveni standard 194 mil. dinara, ukupno 16.313 milijuna dinara.

Proizvodnja: u prosječnoj godini		1.465 GWh
u sušnoj godini		1.200 GWh
Investicioni količnik:		
— prosječna godina	Din/kWh	11,01
— sušna godina	Din/kWh	13,43
Cijena:		
— prosječna godina	Din/kWh	0,89
— sušna godina	Din/kWh	1,08

Odobreni investicioni program daje ove podatke:

Ukupne investicije sa trafostanicom 110/200 kV = 17.000 mil. dinara

Proizvodnja u prosječnoj godini = 1.482 GWh

Investicioni količnik		
— prosječna godina	Din/kWh	11,45
Cijena		
— prosječna godina	Din/kWh	1,24

Podaci iz izrađenih PZ obrazaca za Investicionu banku:

Osnovna sredstva:	17.468,8	mil. dinara
Obrtna sredstva:	74,0	mil. dinara
Kapacitet u prosječnoj godini	1.465	GWh
Vrijednost proizvodnje	1.531,0	mil. dinara
Broj zaposlenog osoblja	70	
Godišnji platni fond	16,85	mil. dinara
Socijalno osiguranje	6,40	mil. dinara
Stambeni doprinos	1,68	mil. dinara
Višak rada	843,60	mil. dinara
Interkalarni kamati	918,70	mil. dinara
Potrebne devize (758,4 Din = $)	3.062,80	mil. dinara
Cijena prosječna godišnja	1,065	Din/kWh
Investicioni količnik	12,0	Din/kWh

Rokovi puštanja u pogon:
početak 1. X. 1957., probni pogon 1. VII. 1962., redovni 1. I. 1963.

Podaci o rješenjima

Reviziona komisija, osnovna rješenjem SIV br. 2200 od 24. IX. 1956. revidirala je Investicioni program HE Split — I. etapa 18.—24. veljače 1957.

Investicioni program izgradnje I. etape HE Split odobrilo je SIV rješenjem br. 287 od 5. VIII. 1957.

Odluku o davanju zajma za izgradnju donijelo je SIV pod br. 290 dne 5. VIII. 1957.

Skraćena procedura

Poduzeće je primilo rješenje Sekretarijata za industriju SIV-a broj 1083/3 od 3. IX. 1957. prema kojemu se sve radove na HE Split može dati u rad prikupljanjem ponuda. Time je skraćena procedura u pogledu izdavanja radova.

Na osnovu prikupljenih ponuda ustupljeni su pripremni radovi na prilazu u dovodni tunel i saobraćajnicama već dne 10. X. 1957. i to:

— Kosi rov na gradilištu Radovići — poduzeću HIDROELEKTRA, Zagreb

— Vertikalno okno i prilaz zasunskoj komori na gradilištu Gata — poduzeću KONSTRUKTOR, Split

— Pristupne ceste Dicmo—Prančevići—Radovići — poduzeću VLADIMIR GORTAN, Zagreb.

Pored toga dani su još 15. XI. u rad dalekovodi 30 kV Dicmo—Prančevići—Radovići te Omiš—Gata sa trafostanicom od 30 kV radi opskrbe energijom gradilišta, te radovi u vezi telefonskih i VF veza sa gradilištima — »Konstruktor« — Split, »Dalekovod« — Zagreb, »Svjetlost« — Split, »Telefonmontaža« — Split, »Telekomunikacije« — Ljubljana.

Kako prema planu rada glavni dovodni tunel od cca 9,5 km duljine predstavlja usko grlo izgradnje hidroelektrane, to je poduzeće posvetilo naročitu pažnju, da čim prije započnu radovi na dovodnom tunelu. Predviđa se, da će glavni radovi započeti po dovršetku pripremnih radova 1. III. 1958. Glavni projekt dovodnog tunela je revidiran 2. XI. 1957.
Pregled ponuda za izgradnju dovodnog tunela je izvršen 7. XI. 1957., a 15. XI. 1957. ustupljeni su radovi na dovodnom tunelu i to:

— dionica Gata—Radovići u dužini od 3000 m poduzeću »Konstruktor«, Split,
— dionica Radovići—Gata u dužini od 3.600 m poduzeću »Tunelogradnja« — Beograd
— dionica Radovići—Prančevići u dužini od 2.900 m poduzeću »Hidroelektra« — Zagreb.

U ovom času zaposleno je na građevinskim radovima HE Split već 600 radnika.
U pogledu opreme također su poduzete mjere, da se čim prije izvrše sve potrebne predradnje za nabavu glavne opreme radi omogućenja daljnjeg projektiranja glavnih projekata objekata.
U tu svrhu su održani sastanci sa glavnim proizvađačima opreme i to:

— 10. XI. sa »Metalnom« — Maribor
— 13. XI. sa »Litostrojem« — Ljubljana
— 17. XI. sa »Rade Končarom« — Zagreb

Na tom sastanku je utvrđen program daljnjih radova na prikupljanju ponuda od domaćih i inozemnih dobavljača opreme te period vremena, u kome će se vršiti izbor opreme i dobavljača.
Već su stigle ponude inozemnih kooperanata sa Litostrojem za turbine. Pregled ponuda je u toku. Do konca XI. mjeseca stići će ponude inozemnih poduzeća za generatore, transformatore 220 kV i cjevovode.
Ponude generatora i transformatora »R. Končar« su već primljene i razmatraju se.
U pogledu hidromehaničke opreme sa »Metalnom« i »Litostrojem« su razjašnjena sva potrebna tehnička pitanja o kojima ovisi izrada ponuda.
Pored izvađačkih poduzeća angažirano je na ovom objektu projektno poduzeće »Elektroprojekt« Zagreb.
Investitorsko poduzeće nema namjeru osnovati nabavno odjeljenje nego nabavu vrši putem »Elektroopskrbe« Zagreb, sa kojom je sklopljen ugovor, kao i putem ostalih nabavnih poduzeća.
Predviđa se naruđžba generatora kod tvornice »Rade Končar«, koje je poduzeće izradilo dvije alternativne studije o izradi generatora. Na zahtjev investitora poduzeće »Rade Končar« je preuzelo obvezu po svojem Radničkom savjetu da izradi ovih generatora dade naročiti prioritet. Radnički savjet poduzeća donio je zaključak, da će na svojim zasjedanjima redovito pratiti tok napredovanja izrade generatora i da će poduzeće o tomu izvještavati investitora.
Po narudžbi poduzeća, na analizatoru se ispituju prilike kratkog spoja za potrebe HE Split, uzevši u obzir mrežu najvišeg napona čitave države, sa stanjem u g. 1970. Isto tako su utvrđene osnovne karakteristike tipa mrežnih transformatora 110/220 kV povodom potreba za HE Split, a takve velike jedinice bit će potrebne za prijenos energije i iz drugih velikih elektrana u FNR Jugoslaviji.
U pogledu pitanja kadrova poduzeće je poduzelo nužne mjere da osigura dovoljan i kvalitetan kadar ovog investitorskog poduzeća.
Najvažnija pitanja, koja su u toku i koja treba dovršiti, jesu pitanja građevinskih radova i opreme.

GRAĐEVINSKI RADOVI

Premiranje radnika za ubrzavanje radova na dovodnom tunelu

Dosadašnja praksa na probijanju i betoniranju ovakovih tunela pokazala je u zadnje doba maksimalni prosjek napredovanja od 3 m dnevno po napadnom mjestu. Za dovršavanje HE Split o roku potrebno je postići prosječno napredovanje od 3,9 m dnevno. Poduzeće je pored ostalih akcija pripremilo detaljan elaborat o izvanrednom premiranju građevinskih poduzeća odnosno radnika i službenika u svrhu postignuća potrebnih rezultata. Taj elaborat je već prikazan odlučujućim faktorima, koji su se u načelu složili, da je nužno riješiti ovo pitanje i da je potrebno, da za tu svrhu bude izdana odgovarajuća odluka o premiranju.

Osiguranje deviznih i dinarskih sredstava za popunu mehanizacije

Iako su angažirana tri jaka građevna poduzeća, ipak je utvrđeno, da nijedno od njih nema kompletnu mehanizaciju za ovakve radove. Poduzeti su koraci, da se namaknu sredstva za kompletiranje iste, kako bi poduzeća bila u mogućnosti da odgovore traženom zadatku.

Akontacija građevinskim poduzećima

Za radove na dovodnom tunelu u visini od tri i pol milijarde dinara treba da građevinska poduzeća ulože iznos od 300 milijuna dinara za svoje pripremne radove.
Poduzeća ne mogu po postojećim propisima dobiti obrtni kredit u toj visini, te je uslijed toga taj problem u toku rješavanja.

OPREMA

Poduzeće studira način, da opremu osigura u što većoj mjeri u zemlji, a u inozemstvu u onim zemljama, gdje za dugoročne nabavke ne postoje neke privredne poteškoće u odnosima sa tim zemljama.

Investitor je sebi stavio kao prvenstveni zadatak, da pomogne u rješavanju svih problema izvođenja i smatra, da rok koji je zadan, može biti održan ili eventualno skraćen prema zahtjevu Saveznog izvršnog vijeća samo ukoliko problemi izvađanja budu na vrijeme riješeni.
Stvorivši jaku stručnu ekipu investitor može vršiti daleko jači utjecaj na koordinaciju svih interesa, nego što je bila dosadašnja praksa te ide zatim, da zaposli čim više izvađačkih poduzeća na tom objektu tako, da nijedno izvađačko poduzeće ne bi preuzelo takove zadatke, koji bi prekoračivali njihov realni izvađački kapacitet.

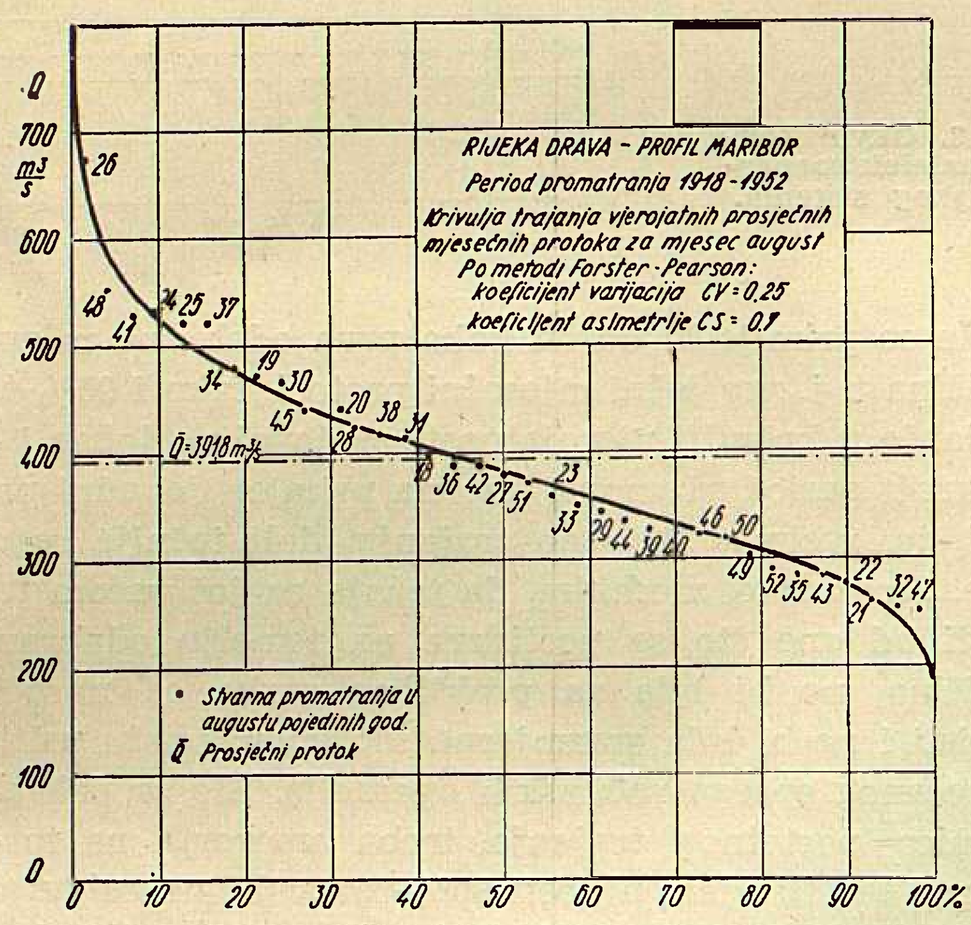
RASPOLOŽIVE I ISKORIŠĆENE HIDRAULIČNE ENERGIJE U ELEKTROENERGETSKIM SISTEMIMA

Ing. Jerko Jerić, Institut za elektroprivredu, Zagreb

621.221 : 621.311.21

Autor ispituje pomoću krivulja vjerojatnosti raspoloživih snaga u hidroelektranama, koje napajaju zadani elektroenergetski sistem, moguće iskorišćenje raspoložive količine hidraulične energije. Razmatranja se zasnivaju na teoremu multiplikacije iz teorije vjerojatnosti. Tim putem dobivena iskorišćena energija u sistemu pokazuje u diferenciji između ove energije i potražnje, manjkove energije u sistemu, a u isto doba se određuju i viškovi hidraulične energije. Rješavanje je grafičko.

Jugoslavenska elektroprivreda pokazuje u desetgodišnjem poratnom periodu od 1946. do 1956. prosječni godišnji sukcesivni prirast ukupne proizvodnje električne energije od 16%. U ovom je prirastu znatno veći onaj dio koji se odnosi na količine energije proizvedene u hidrauličnim postrojenjima (okruglo 20% prosječno godišnje) od dijela proizvedenog u termičkim električnim postrojenjima (oko 12,5% prosječno godišnje), tako da je u godini 1946. hidraulična proizvodnja iznosila oko 40% u ukupnoj proizvodnji, a deset godina kasnije (u 1956.) odgovarajući udio je dosegao već 57% [L. 1.]. Može se očekivati da će u bliskoj budućnosti ovaj postotak udjela hidraulične energije u ukupnoj proizvodnji još više porasti, što treba ocijeniti sa nacionalno-ekonomskog stanovišta kao pozitivnu tendenciju s obzirom na zamašni hidroenergetski potencijal naše zemlje, koji se cijeni na 66 milijardi kWh godišnje u normalnim godinama [L. 2. str. 226—227, tablica 4.].



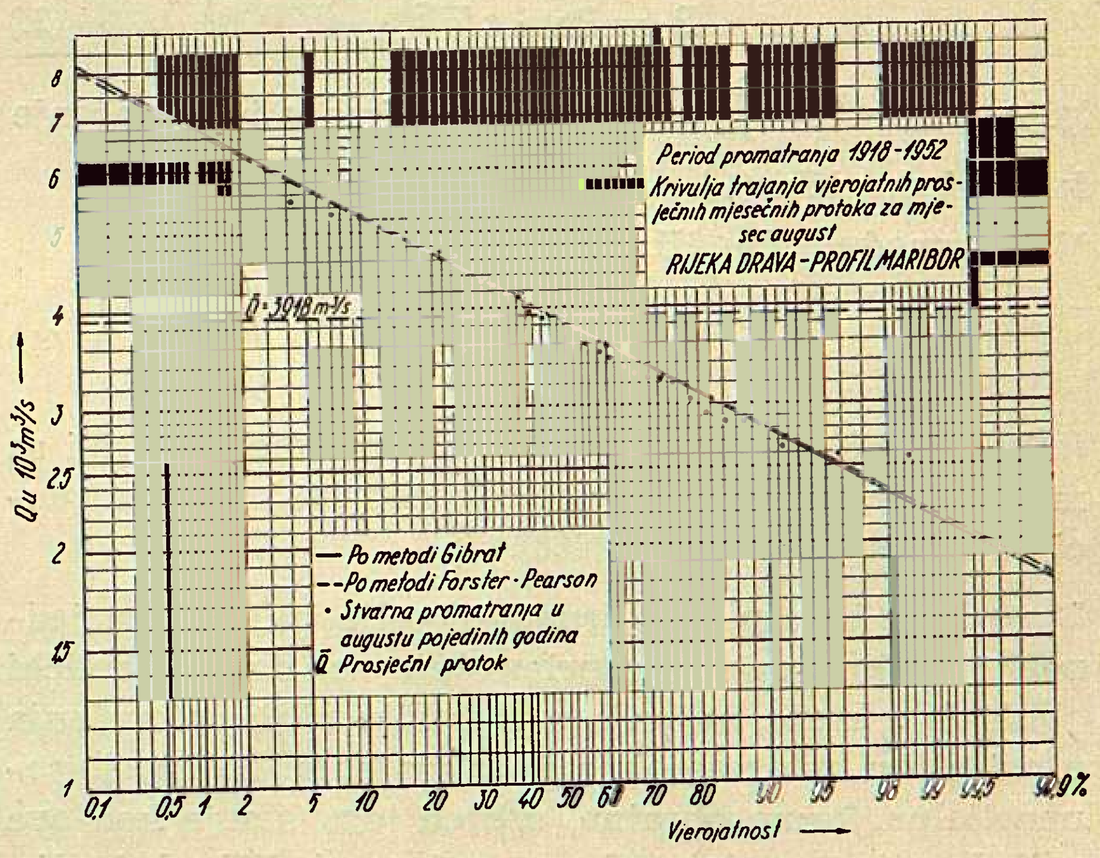
Sl. 1. Krivulja vjerojatnosti trajanja godišnjih prosječnih protoka.

Međutim kad se govori o hidroenergetskom potencijalu jednog ili više vodotoka treba razlikovati između raspoložive hidraulične energije, koja je varijabilna u toku godine, i stvarno utrošenog dijela te energije sa strane konzumenata i to zbog toga što su ove dvije veličine, kao vremenske pojave, nezavisne jedna od druge.

Prva pojava — raspoloživost energije — zavisi od protoka koji u datom momentu protječe kroz profil promatranog vodotoka, dakle: ona je načelno po svojoj prirodi nezavisna od ljudske volje. To drugim riječima znači da je prirodni vremenski tok raspoloživosti električne energije u nekom hidroenergetskom postrojenju podvrgnut utjecajima sasvim druge vrste nego što je potražnja električne energije u nekom elektroenergetskom sistemu.

Svrha je ovom članku da se ukaže na način kako se mogu ove dvije, po svojim vremenskim osebinama različite pojave, međusobno povezati i uskladiti radi postizavanja što veće sigurnosti opskrbe potrošača i optimalnog korišćenja raspoložive hidraulične energije, kad su zadani karakteristični parametri elektroenergetskog sistema.

Kao polazna točka ovih razmatranja poslužit će prije svega protočna hidroenergetska postrojenja, kao što je, na primjer, lanac hidroelektrana na Dravi od HE Dravograd do HE Mariborski otok. Važnost akumulacionih hidroelektrana doći će do punog izražaja tek kasnije u toku ispitivanja kad će trebati da se pokriju manjkovi u elektroenergetskoj bilanci sistema koji se redovno pojavljuju nakon iskorišćenja raspoloživih energija iz protočnih hidroelektrana.



Sl. 2. Krivulja vjerojatnosti trajanja godišnjih prosječnih protoka.

Ispitivanja se zasnivaju na krivuljama vjerojatnosti trajanja protoka u nekom profilu proučavanog vodotoka. Ove krivulje se konstruiraju prema metodama Forster — Pearson ili prema metodi Gibrat na temelju višegodišnjih promatranja protoka (barem za 20 godina, vidi [L. 3] i tamo navedenu literaturu). Pretpostavlja se da su spomenute metode poznate, a da bi se upoznala forma i točnost akomodacije teoretskih krivulja stvarno promatranom toku pojavljivanja prosječnih protoka, mogu da posluže slike 1. i 2.

Karakteristične veličine elektroenergetskog sistema zadane su okvirom konzuma, kako je predočen na slici 3. [L. 4. i 5.]. Za krivulje trajanja opterećenja u sistemu upotrebljava se analitički izraz u paraboličkoj formi (Rossanderova jednadžba):

$$P_t = P_M [1 - (1 - m_o) \tau^{\lambda}] \qquad (1.)$$

sa značenjem slova:

P_t opterećenje koje odgovara vremenu t;

$m_o = \frac{P_o}{P_M}$ odnos između minimalnog P_0 i maksimalnog P_M opterećenja u promatranom vremenu T;

$\lambda = \frac{m - m_o}{1 - m}$ sa $m = \frac{W}{TP_M}$ (faktor opterećenja), odnos stvarno proizvedene (ili utrošene) količine energije W i moguće TP_M u vremenu T;

$\tau = \frac{t}{T}$

Za praktične svrhe sa dovoljnom točnosti aproksimacije uzima se $m_0 = m^2$, čime se gornja jednadžba pojednostavljuje i glasi:

$$P_t = P_M [1 - (1 - m^2) \cdot \tau^m] \qquad (2.)$$

Osim ove uobičajene parabolične forme kao analitički izraz za krivulje trajanja opterećenja također se upotrebljava eksponencijalni izraz u formi:

$$P_t = P_M \cdot e^{-\tau k} \qquad (3.)$$

gdje je $k = \ln \left(\frac{P_o}{P_M}\right)$ a ostala slova imaju isto značenje kao u jednadžbi (1.).

Veza između jednadžbi (2.) i (3.) dobiva se sa:

$$m = \frac{1 - m_o}{\ln 1/m_o} \qquad (4.)$$

(tako na pr. za jednadžbu (2.) u paraboličkoj formi sa $m = 0{,}7$ je $m_0 = 0{,}49$, a za jednadžbu (3.) u eksponencijalnoj formi je $m_0 = 0{,}468$).

U pogledu toka prve i druge krivulje trajanja za jednake količine energije, primjećuje se, da parabolički oblik daje kraća trajanja u području viših opterećenja a pri nižim opterećenjima duža trajanja, dočim eksponencijalna forma obratno, uslijed toga što je kod ove vrijednosti m_0 manja od one kod paraboličke krivulje. Međutim sa rastućim faktorom m razlike se smanjuju.

Nakon ovih načelnih objašnjenja i pretpostavki pristupamo sada detaljnoj obradi našeg problema. Naime: kako treba da postupimo, e da bi uspjeli međusobno dovesti u vezu dva navedena raznorodna elementa analize, od kojih je jedan — protoci — rezultat mnogobrojnih slučajnih pojava u prirodi, koja se ne obazire na to kako su ljudi uredili svoj način života, a u drugom — opterećenjima — je baš naprotiv sadržan vremenski tok čovjekove djelatnosti i njegovih potreba električne energije.

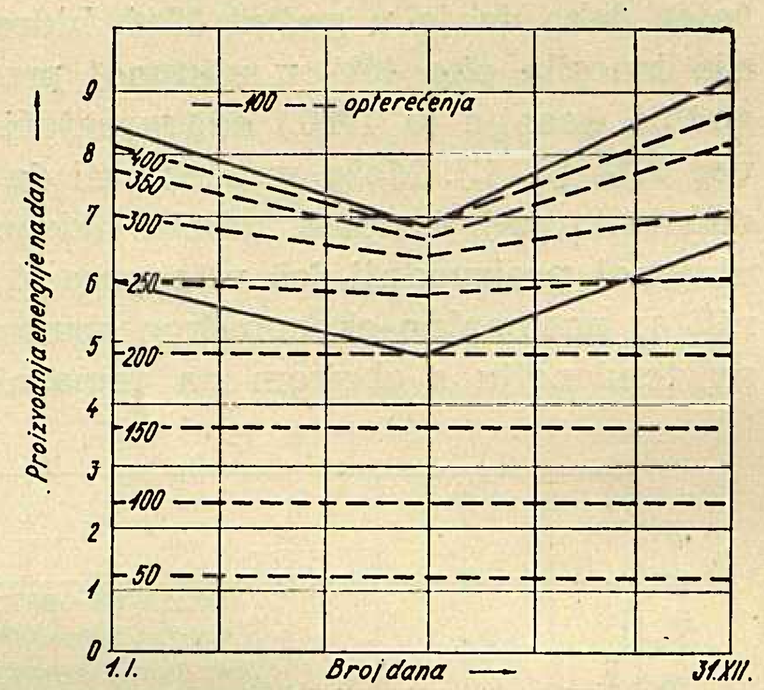
Najprije da utvrdimo praktične mjerne veličine za računanje. Raspoloživu snagu u nekom hidroenergetskom postrojenju računamo po formuli:

$$P = 8 H Q \text{ u kW} \qquad (5.)$$

u kojoj znače: H visina pada u m, a Q protok u m^3/s, pri čemu pretpostavljamo da su H i stepeni korisnosti u postrojenju za varijabilne količine Q konstantni.

Kao najmanju vremensku jedinicu uzimljemo mjesec dana, ali tako da računamo za svaki mjesec zaokruženi broj sati dotičnog mjeseca, t. j. za mjesece sa 31 dan računamo 740 sati, za mjesec sa 30 dana 720 sati, a februar sa 670 sati, tako da cijela godina ima ukupno 8730 sati (mjesto 8760).

U suglasnosti sa odabranom vremenskom jedinicom jedan mjesec, u slijedećim analizama o raspoloživim snagama i odgovarajućim količinama energije u hidroelektranama, uzimljemo za osnovu određivanje trajanja protoka, prosječne mjesečne protoke. Kao osigurani protok, a time i odgovarajuću osiguranu snagu (prema formuli 5.) u hidroenergetskim postrojenjima za jedan mjesec, odabiremo 95%-tno trajanje u pripadnoj krivulji vjerojatnosti trajanja protoka odnosno snage.



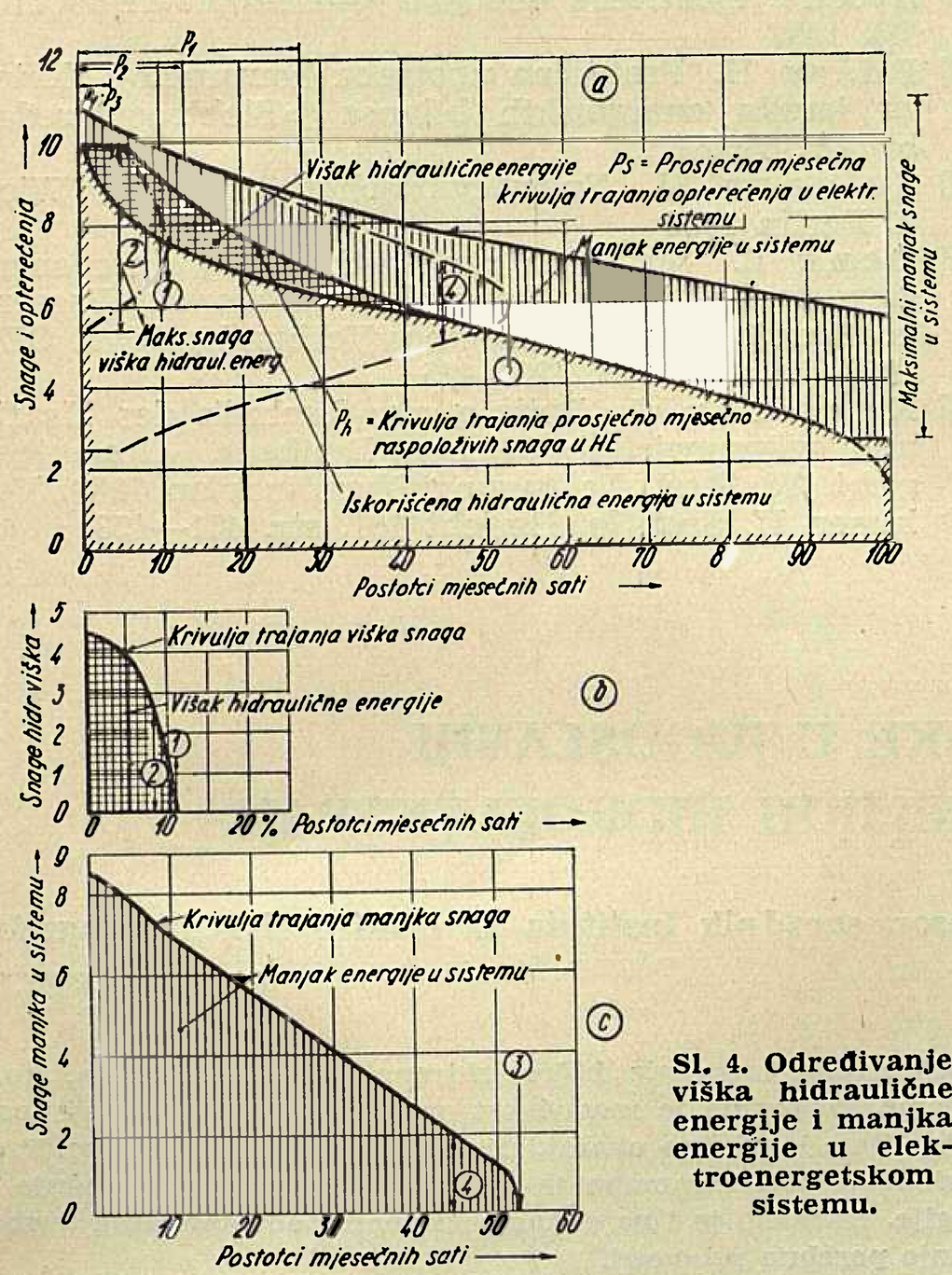
Sl. 3. Okvir konzuma elektroenergetskog sistema.

Može se primijetiti da su kako prva odabrana mjerna veličina t. j. prosječni mjesečni protoci, tako i 95%-tno trajanje u krivulji vjerojatnosti, nedovoljno točne i da bi kraći period vremena, kao na primjer dekadni protoci, te, recimo, 99%-tno trajanje, dali točnije rezultate. Smatramo, međutim, da težnja za još većom točnosti od one što se postizava na temelju odabranih veličina, ne bi bila za praktične svrhe od naročite koristi i ne bi bila srazmjerna uloženom trudu uslijed povećanog opsega računskih operacija. Što se pak tiče granica postotnog trajanja, treba upozoriti na to da prema teoriji vjerojatnosti 95%-tna veličina osigurane snage znači da treba očekivati pojavu te snage jedamput ili najviše dva puta u periodu od 20 godina, a 99%-tna veličina bi odgovarala periodu od 100 godina (vidi sl. 1).

Na slici 4. nacrtane su dvije krivulje trajanja. Prva krivulja P_S predočava prosječnu krivulju trajanja opterećenja nekog sistema u odabranom mjesecu (vidi sl. 3.). Druga P_h predočava u istom mjesecu krivulju trajanja raspoloživih snaga u hidrauličnim postrojenjima koja napajaju sistem električnom energijom. Ploština koju zatvara krivulja P_S sa koordinantnim osima predstavlja, u odgovarajućem mjerilu, ukupnu količinu potrebne energije u sistemu za ispitivani mjesec, a ploština krivulje P_h predstavlja vjerojatno raspoloživu količinu energije u hidroelektranama koja se može očekivati, sa 5% rizika, da će biti na raspolaganju u istom mjesecu.

Iz slike bi se moglo zaključiti da razlika između prve i druge ploštine odgovara manjku energije u sistemu, kojeg treba pokriti pomoću akumulacionih hidroelektrana, ukoliko takva vrsta elektrana postoji u sistemu, ili pomoću termoelektrana. Međutim slijedeća razmatranja će pokazati da je manjak veći od proste računske diferencije odnosnih ploština.

Da bi odredili koliko je moguće od stvarno raspoložive hidraulične energije iskoristiti u elektroenergetskom sistemu, poslužit ćemo se jednim teoremom iz teorije vjerojatnosti i to teoremom multiplikacije, koji glasi: »Vjerojatnost da dvije nezavisne pojave nastupe zajedno jednaka je produktu vjerojatnosti svake od ove dvije pojave odvojeno.« Budući da je pak, kako je



Sl. 4. Određivanje viška hidraulične energije i manjka energije u elektroenergetskom sistemu.

već prije istaknuto, pojava raspoložive snage u hidroelektranama koje napajaju energijom sistem, nezavisna od pojave opterećenja u sistemu samom, neposredno je razumljivo da navedeni teorem sadržava upravo elemente našeg slučaja i da ga možemo korisno primijeniti pri rješavanju postavljenog zadatka.

Prema tome, ako nazovemo sa p_1 vjerojatnost slučajne pojave opterećenja u sistemu P_S (sa trajanjem 27% u sl. 4a) a sa p_2 vjerojatnost također slučajne pojave raspoložive snage u hidroelektranama P_h iste veličine kao P (sa trajanjem 13% u sl. 4a), onda je vjerojatnost da će se opterećenje P_S i raspoloživa snaga P_h istodobno pojaviti prema teoremu multiplikacije jednaka $p_1 \cdot p_2$ (sa trajanjem $\frac{27 \cdot 13}{100} = 3{,}51\%$ u sl. 4a).

Daljnja obrada je jednostavna. Primjenjujući sukcesivno teorem multiplikacije u smislu kako je gore objašnjeno, na pojedine točke istih veličina opterećenja i raspoloživih snaga, dobiva se nova krivulja trajanja iskorišćenih snaga koja leži ispod krivulje trajanja raspoloživih snaga, kako je prikazano na sl. 4a. Ploština između ove dvije krivulje predstavlja onu količinu hidraulične energije koju sistem, po svojim osnovnim karakteristikama u pogledu varijacija opterećenja i količina energije, nije mogao da apsorbira i ona se pojavljuje kao višak u toku razmatranog mjeseca. Iz slike proizlazi dalje, da je moguće konstruirati i krivulju trajanja snage viškova i to tako da se prema vremenu trajanja pojedini viškovi snaga, što leže između obe spomenute krivulje, svrstaju postepeno pomaknuti do vertikalne osi, čime se dobiva crtkano — punktirana krivulja, a potom ista pretvori u kontinuiranu krivulju, kako je prikazano na slici 4 b. (Sve tri krivulje imaju istu ploštinu, što omogućava kontrolu pri transformacijama jedne krivulje u drugu).

Na isti način moguće je konstruirati krivulju trajanja manjaka, kako snaga za pokriće opterećenja u elektroenergetskom sistemu, tako i količina energije u toku mjeseca, što je također predstavljeno na slici 4a kao punktirana krivulja i na slici 4c. [L. 6 str. 63 i L. 7].

Dakle rezultat provedenog postupka, koji se temelji na primjeni teorema multiplikacije iz teorije vjerojatnosti, predstavljen je sa dvije krivulje trajanja snaga, u kojima površina jedne predočava viškove hidraulične energije, a površina druge manjkove energije u elektroenergetskom sistemu. Analogno određivanje krivulja trajanja za sve mjesece omogućava da sa dovoljnom točnosti ustanovimo maksimalne snage koje treba da se drže u pripravnosti u odgovarajućim proizvodnim postrojenjima (akumulacionim hidroelektranama ili termoelektranama) e da bi se postiglo, praktički govoreći, potpuno osiguranje opskrbe konzumenata energijom svakog mjeseca u toku promatrane godine.

Prirodno je da će se popunjavanje krivulja trajanja manjaka u pojedinim mjesecima vršiti na taj način, što će se oni dijelovi krivulja koji su bliže vrhu popunjavati energijama iz akumulacionih hidroelektrana (ako takvih elektrana ima u sistemu, kao što je na primjer HE Nikola Tesla — Vinodol), a ostali dijelovi energijama iz termoelektrana, uvrštavajući ove prema njihovoj veličini i prema ekonomičnosti proizvodnje, vodeći pri tome računa o elastičnosti agregata za brže ili sporije prilagođivanje varijacijama opterećenja u sistemu.

Smatramo da je potrebno još ukazati na slijedeće. Kad se provode analize energetskih odnosa između raspoloživih i iskorišćenih snaga za više vodotoka, od kojih je svaki zasebno predstavljen svojom krivuljom trajanja, postavlja se pitanje kako se može utvrditi jedna jedinstvena krivulja trajanja snaga koja treba da obuhvati sva postrojenja što su izgrađena na odnosnim vodotocima.

Da bi se dao odgovor na postavljeno pitanje potrebno je pribjeći korelacionoj metodi i odrediti veličinu korelacionog koeficijenta (r) između pojavljivanja prosječnih mjesečnih protoka u pojedinim vodotocima. Ako se utvrdi da postoji čvrsta korelaciona veza (približno r veći od 0,85) onda se može konstruirati za praktične svrhe dovoljno točnu skupnu krivulju trajanja raspoloživih snaga zbrajanjem pojedinih krivulja trajanja. Međutim ako je veza labava (r manje od 0,8)

nužno je upotrebiti drugu strožiju metodu, koja se također zasniva na računu vjerojatnosti i omogućava točniju ocjenu veličina o kojima se radi (vidi pobliže [L. 8] i [L. 3], str. 68—72).

Kao primjer za ocjenu razlika koje mogu nastati, neka posluže ovi podaci. Iz analiza energetskih odnosa na vodotocima Drava (sa 6 postrojenja) i Soča (sa 2 postrojenja) dobio se je rezultat, da je u mjesecu februaru na Dravi minimalno raspoloživa snaga 56,3 MW za točku 95% u krivulji trajanja vjerojatnosti, a odgovarajuća minimalna snaga istog mjeseca u postrojenjima na Soči iznosi 8,7 MW. Iz korelacione analize za mjesec februar (30 godina) proizlazi da se korelacioni koeficijent kreće oko vrijednosti 0,7. Zbrajanjem dobije se 65 MW, a analiza prema drugoj gore spomenutoj metodi daje da se ova vrijednost penje na oko 75 do 80 MW, dakle je veća za oko 15 do 20%. Iz ovih podataka se razabire da treba oprezno postupati u slučajevima kad se radi o konstrukciji skupnih krivulja trajanja raznih vodotoka, a pogotovo onda kad su u pitanju različiti tipovi, kao što su alpinski i jadranski tipovi vodotoka.

Na koncu treba istaknuti da opisana metoda može poslužiti ne samo u svrhe analize energetskih odnosa u nekom elektroenergetskom sistemu, koji je napajan raznovrsnim tipovima elektrana, već također u cilju ekonomskih prispodobnih ispitivanja novih elektrana koje je potrebno izgrađivati e da bi se udovoljilo rastućoj potražnji električne energije u promatranom sistemu. Međutim ovakve analize prelaze okvir ovog članka.

Literatura

[1] »Indeks« 1957, Savezni zavod za statistiku, Beograd.

[2] Vodne snage Jugoslavije. Izdanje Jugoslavenskog nacionalnog komiteta Svjetske konferencije za energiju, Beograd 1956

[3] Jerić J. Određivanje karakterističnih protoka u hidroenergetskim sistemima. Institut za elektroprivredu Zagreb, Decembar 1955.

[4] Jerić J. Perspektivno planiranje potrošnje i proizvodnje električne energije »Elektroprivreda«, br. 4/5, 1952

[5] Požar H. Praktična upotreba konzumnog okvira za izradu energetskih bilansa »Elektroprivreda« br. 4/5, 1952

[6] Seidner M. Energiewirtschaft, Springer Wien u. Berlin 1930

[7] Denk E. Verfahren zur Bestimmung einer energiewirtschaftlichen Rangfolge mehrerer Wasserkraftprojekte innerhalb eines Verbundsystems. ÖZE 1954, str. 390—396, 422—425

[8] Kuusinen I. Beitrag zur Technik des Kraft- und wärmewirtschaftlichen Denkens. Gesamtbericht, W. P. C. Teiltagung Skandinavien 1933. Volumen II. Sect. Ia, Bericht 101, str. 411—428.

ELEKTROENERGETSKE PRILIKE U JUGOSLAVIJI NAKON IZGRADNJE PRVIH VELIKIH HIDROELEKTRANA

Prof. Dr. Ing. Hrvoje Požar, sveuč. profesor, suradnik Instituta za elektroprivredu, Zagreb

621.31.002 (497.1)

Prikazane su elektroenergetske prilike u Jugoslaviji nakon izgradnje hidroelektrana i termoelektrana, koje su započete ili se imaju započeti u najskorije vrijeme. Prikazana je mogućnost opskrbe potrošača u ovisnosti od postotka vjerojatnosti raspoložive hidroenergije, čime je ujedno okarakterizirana i sigurnost opskrbe. Proizvodnja u zadanim hidroelektranama i dopunskim termoelektranama te specifični troškovi proizvodnje u sistemu prikazani su kao funkcija potreba energije. Ukazano je i na ekonomski značaj obustavljanja termoelektrana preko noći, te se predlaže da se ovo pitanje posebno promotri.

Svrha prikaza

Promatrane su elektroenergetske prilike u Jugoslaviji nakon dovršenja druge etape HE Perućica, prve etape HE Split, te dovršenja HE Ožbolt i HE Globočica. Dovršenje spomenutih hidroelektrana treba očekivati u godini 1962.

Svrha je ovog prikaza, da ukaže na karakteristike proizvodnje električne energije nakon tog roka, mogućnost zadovoljenja konzuma, odnos proizvodnje u hidroelektranama i termoelektranama, specifične troškove u sistemu, te konačno utjecaj obustavljanja termoelektrana preko noći i na opravdanost redukcije velikih potrošača.

Metoda obrade

Razmatranja o mogućnosti proizvodnje u hidroelektranama osnivaju se na srednjim mjesečnim protocima u razdoblju od 1933.—1952. Taj je vremenski period odabran radi toga, jer je za to razdoblje bilo moguće prikupiti potrebne podatke za sve promatrane hidroelektrane.

Pri analizi rezultata treba imati u vidu, da su moguće proizvodnje u doba većih voda nešto veće od stvarnih mogućnosti proizvodnje radi računanja sa srednjim mjesečnim protocima. U doba malih voda izračunate mogućnosti proizvodnje odgovaraju stvarnim mogućnostima, ali dobiveni rezultati ipak daju povoljniju sliku o prilikama, jer je moguća dnevna proizvodnja u doba najmanjih voda manja od sredje dnevne proizvodnje izračunate prema srednjim mjesečnim protocima.

U hidroelektranama s akumulacionim bazenom za sezonsko izravnanje, korišćenje akumulacija provedeno je uz zahtjev, da se unutar hidrološke godine postigne što bolje vodno izravnanje. Pretpostavljeno je, da je krajem hidrološke godine (kraj listopada) akumulacioni bazen prazan. Predviđeni način korišćenja akumulacija sigurno nije najpovoljniji, koji bi se mogao ostva-

riti. Međutim, budući da je izravnanje provedeno kao da se unaprijed poznaju protoci unutar hidrološke godine, upotrebljenim načinom korišćenja akumulacija dobivamo znatno idealizirane prilike. Prema tome predviđeni način korišćenja akumulacija predstavlja neko srednje rješenje, koje je manje povoljno od optimalnog, ali i koje je povoljnije od onog koje će biti češće ostvareno u praksi.

Za sve hidroelektrane određene su moguće mjesečne proizvodnje uvaživši veličinu izgradnje hidroelektrana i postrojenje akumulacija. Osim toga određena je najmanja proizvodnja temeljne energije [L. 1]. Pod najmanjom proizvodnjom temeljne energije razumijevamo onu količinu energije koju hidroelektrana mora proizvesti tokom dana (odnosno mjeseca) s konstantnom snagom da bi se spriječili prelivi vode. Naravno da se pri tomu nije vodilo računa o mogućnosti plasmana te energije. Pri određivanju količine temeljne energije vodilo se je računa o instaliranoj snazi hidroelektrane, o veličini akumulacionog bazena, te o trajanju velikih opterećenja (računato je da velika opterećenja traju 375 sati mjesečno).

Maksimalne snage hidroelektrana jednake su zbroju maksimalnih snaga hidroelektrana uvažujući promjenu pada u hidroelektranama sa sezonskom akumulacijom. U protočnim hidroelektranama maksimalna je snaga jednaka srednjoj mjesečnoj snazi.

Godišnja proizvodnja

Ukupna instalirana snaga hidroelektrana, nakon dovršenja spomenutih hidroelektrana i hidroelektrana koje su u izgradnji, iznosi 1713,8 MW.

Moguća godišnja proizvodnja (sl. 1) varira između 11191 GWh (1937.) i 6135 GWh (god. 1949.), dok srednja godišnja proizvodnja iznosi 8785 GWh. Dakle u najvlažnijoj godini, moguća proizvodnja iznosi 127,4%, a u najsušnijoj godini 69,5% od srednje godišnje proizvodnje.

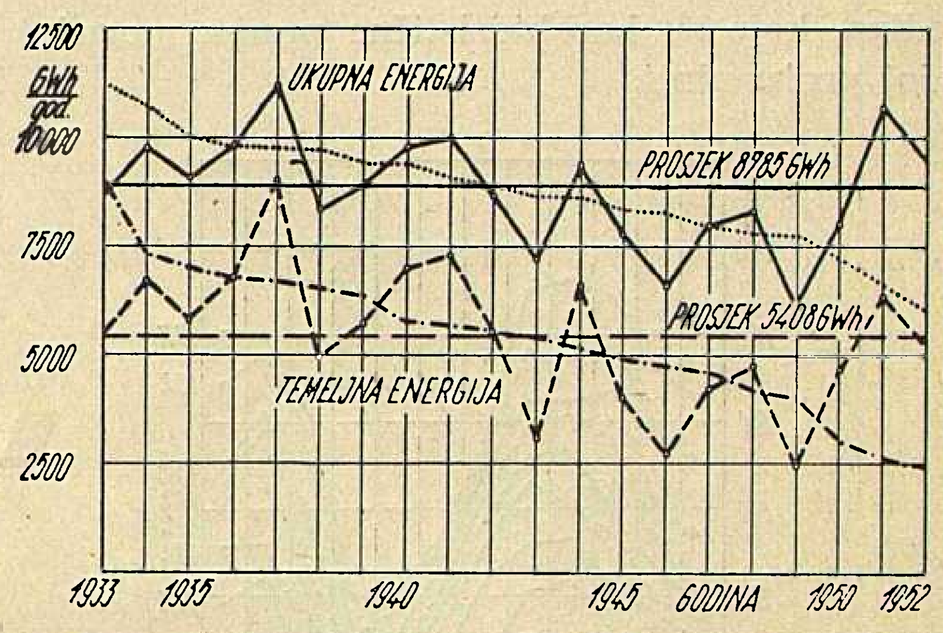
U tri najvlažnije godine moguća proizvodnja u odnosu na srednju godišnju proizvodnju iznosi:

1937.	127,4%
1951.	121,5%
1941.	114,3%

dok je u najsušnijim godinama moguća proizvodnja u odnosu na srednju godišnju proizvodnju:

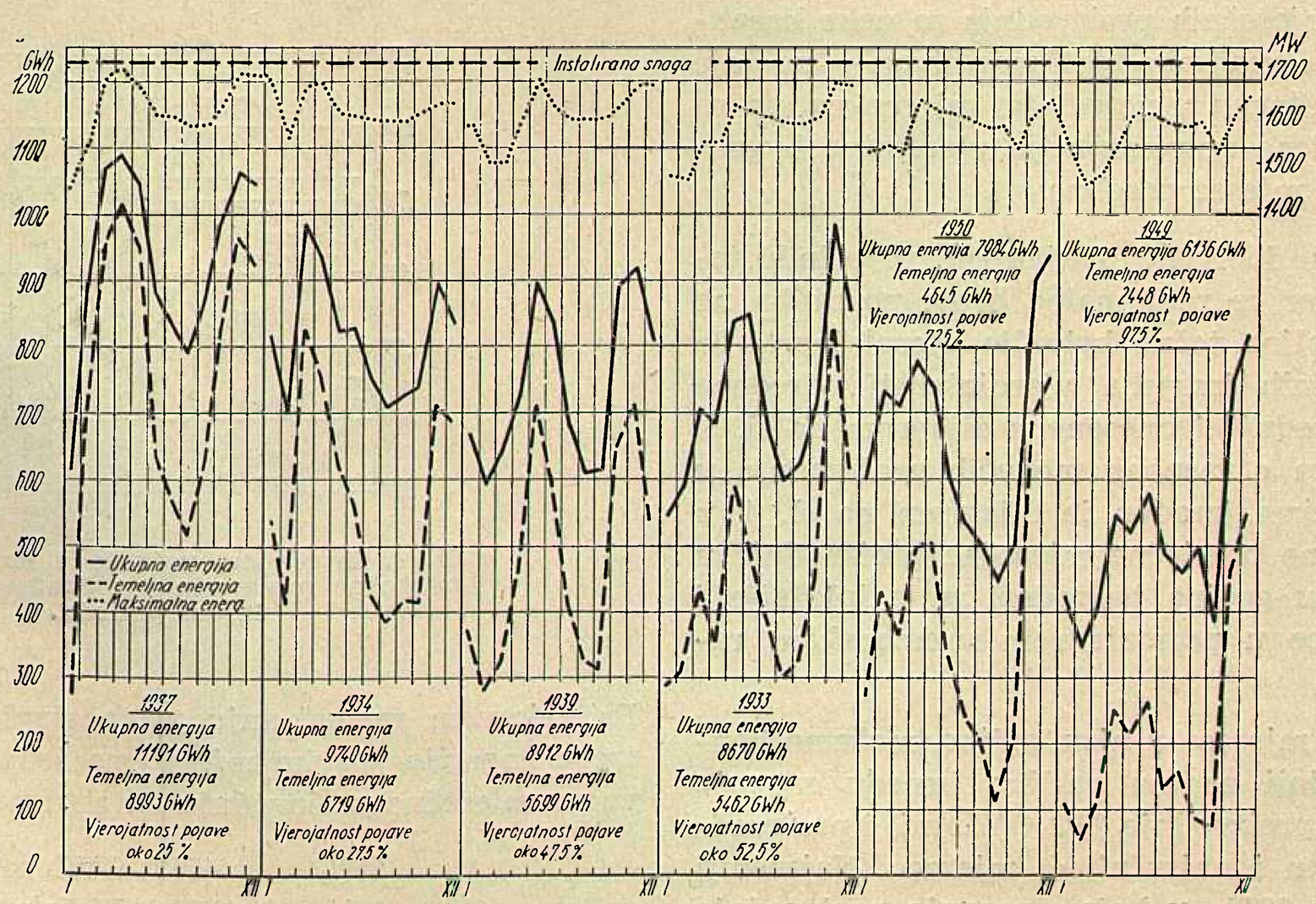
1949.	69,5%
1946.	75,4%
1943.	82,4%

Iskorišćenje instalirane snage — uz pretpostavku plasmana cijelokupne moguće proizvodnje — u prosjeku iznosi 5130 sati. U najvlažnijoj godini iskorišćenje bi iznosilo 6530 sati, dok je u najsušnijoj godini 3590 sati.



Sl. 1. Godišnje moguće proizvodnje i temeljna energija u hidroelektranama Jugoslavije (stanje izgradnje 1962. g.).

Najmanja proizvodnja temeljne energije mijenja se s promjenom ukupne moguće proizvodnje (sl. 1). Temeljna energija iznosi u prosjeku 61,5% od ukupno moguće proizvodnje. Postotak temeljne energije je u sušnim godinama manji nego u vlažnim godinama. U tri najsušnije godine postotak temeljne energije od ukupne iznosi:



Sl. 2. Ukupna moguća proizvodnja, proizvodnja temeljne energije i maksimalne snage u 6 godina karakterističnih po ukupnoj proizvodnji (stanje izgradnje 1962. g.).

1949.	39,8%
1946.	43,2%
1943.	42,3%

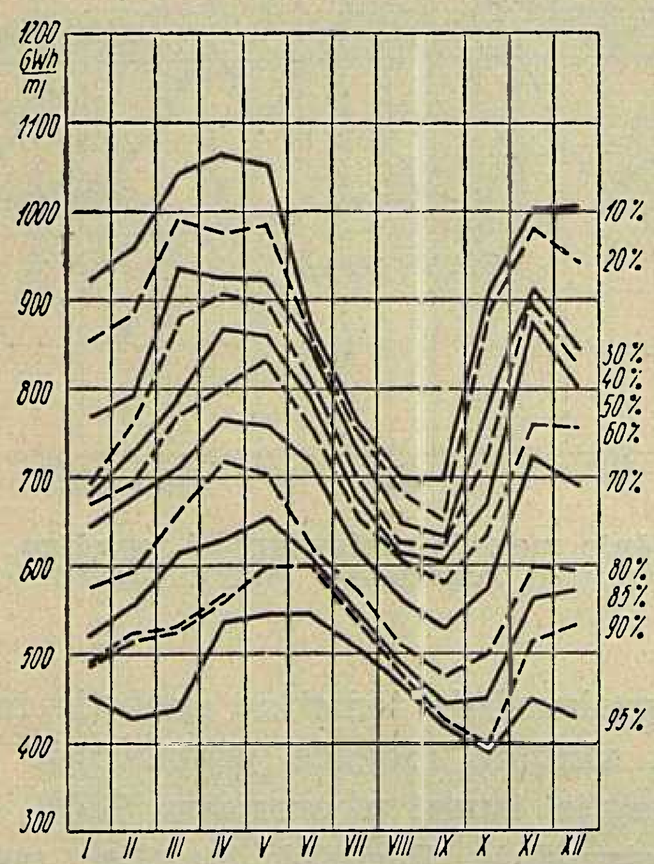
dok je u tri najvlažnije godine:

1937.	80,3%
1951.	59,6%
1941.	72,9%

S obzirom na mogućnost plasmana energije povoljniji je manji omjer između temeljne i ukupne energije, jer u tom slučaju postoji veća sloboda korišćenja raspoložive energije odnosno raspoložive vode.

Mjesečne moguće proizvodnje

Na sl. 2. prikazne su mjesečne moguće proizvodnje, temeljna energija i maksimalne snage po mjesecima za 6 godina, koje su karakteristične prema mogućoj godišnjoj proizvodnji.



Sl. 3. Vjerojatnost mjesečne proizvodnje u hidroelektranama Jugoslavije (stanje izgradnje 1962. g.).

Prikaz mogućih mjesečnih proizvodnja za neke karakteristične godine — ma kako bio ilustrativan — ne daje pravu sliku o prilikama u pojedinim mjesecima, pa su radi toga i određene aproksimacije vjerojatnosti proizvodnje za svaki mjesec posebno.

Aproksimacije su dobivene spajanjem pojedinih točaka pravcima, jer se radi malog broja podataka ne mogu dobiti dovoljno točne krivulje vjerojatnosti. Iz tako aproksimiranih krivulja vjerojatnosti određene su moguće proizvodnje i unesene u dijagram na sl. 3. Da se dobije slika o rasponu mogućih proizvodnja u pojedinim mjesecima izrađen je dijagram na sl. 4, u kojemu su unesene prosječne mjesečne proizvodnje u promatranom nizu godina te podaci za najvlažnije i najsušnije mjesece u promatranom vremenskom razdoblju.

Promatrajući sve mjesece u nizu godina, možemo konstatirati, da postoji znatna razlika između moguće srednje mjesečne proizvodnje (732 GWh/mj) i proizvodnje u najvlažnijem i najsušnijem mjesecu. Najsušniji mjesec je veljača 1949., u kojem moguća proizvodnja iznosi 347 GWh/mj, dakle samo 47,5% od prosječne mjesečne proizvodnje u nizu godina. Najvlažniji mjesec je travanj 1951., kad je bilo moguće postići proizvodnju od 1153 GWh/mj odnosno 157,5% od prosječne mjesečne proizvodnje.

Da se pokaže vjerojatnost mjesečnih proizvodnja u promatranom nizu godina načinjena je aproksimacija krivulje vjerojatnosti mjesečnih proizvodnja (ukupne energije), temeljne energije i maksimalnih snaga (sl. 5).

Mogućnost opskrbe potrošača bez dopune termoelektranama

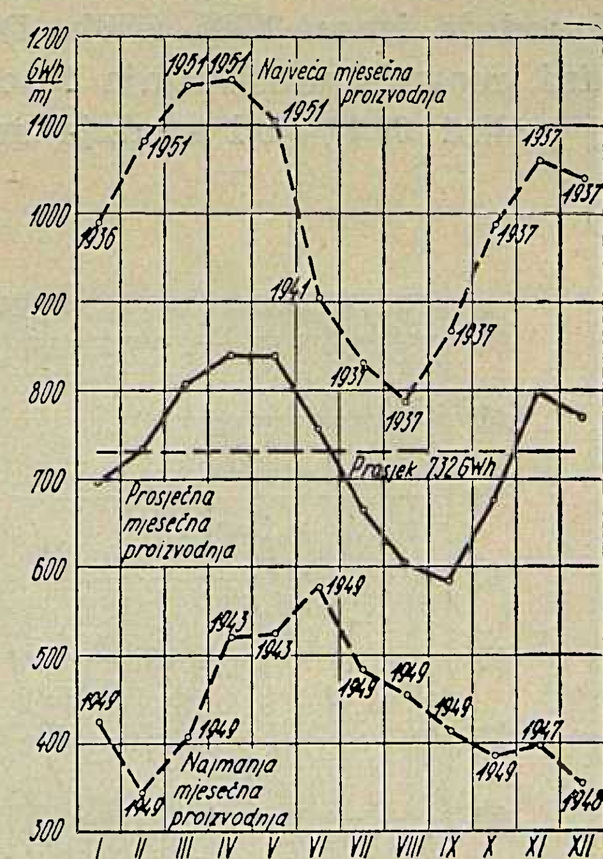
Prikazani odnosi omogućuju određivanje mogućnosti opskrbe potrošača samo energijom iz hidroelektrana.

Ako za čas zanemarimo varijabilnost moguće proizvodnje, te promatramo mogućnost proizvodnje u godini kao cjelini, te ako pri tom pretpostavimo — što ne odgovara stvarnosti — da se potrošači mogu prilagoditi proizvodnji u hidroelektranama, moći ćemo odrediti veličinu potrošnje koju možemo uz izvjesnu sigurnost opskrbiti energijom iz promatranih hidroelektrana. Polazimo od aproksimacije krivulje vjerojatnosti godišnje proizvodnje na sl. 1. Dolazimo do zaključka da bi — uz učinjene pretpostavke — bilo moguće opskrbiti slijedeći konzum uz sigurnost od

95%	6378 GWh/god,
90%	6928 GWh/god,
85%	7517 GWh/god.

Kao što će se vidjeti navedene brojke su prevelike, jer su pretpostavke znatno povoljnije od onih koje je moguće ostvariti u praktičnom pogonu.

Bliže smo stvarnosti, ako polazimo od vjerojatnosti mjesečnih proizvodnja (sl. 5) u nizu godina ne vodeći računa o mjesecu u kojem se te proizvodnje pojavljuju.



Sl. 4. Prosječne, najveće i najmanje mjesečne proizvodnje u dvadesetgodišnjem periodu.

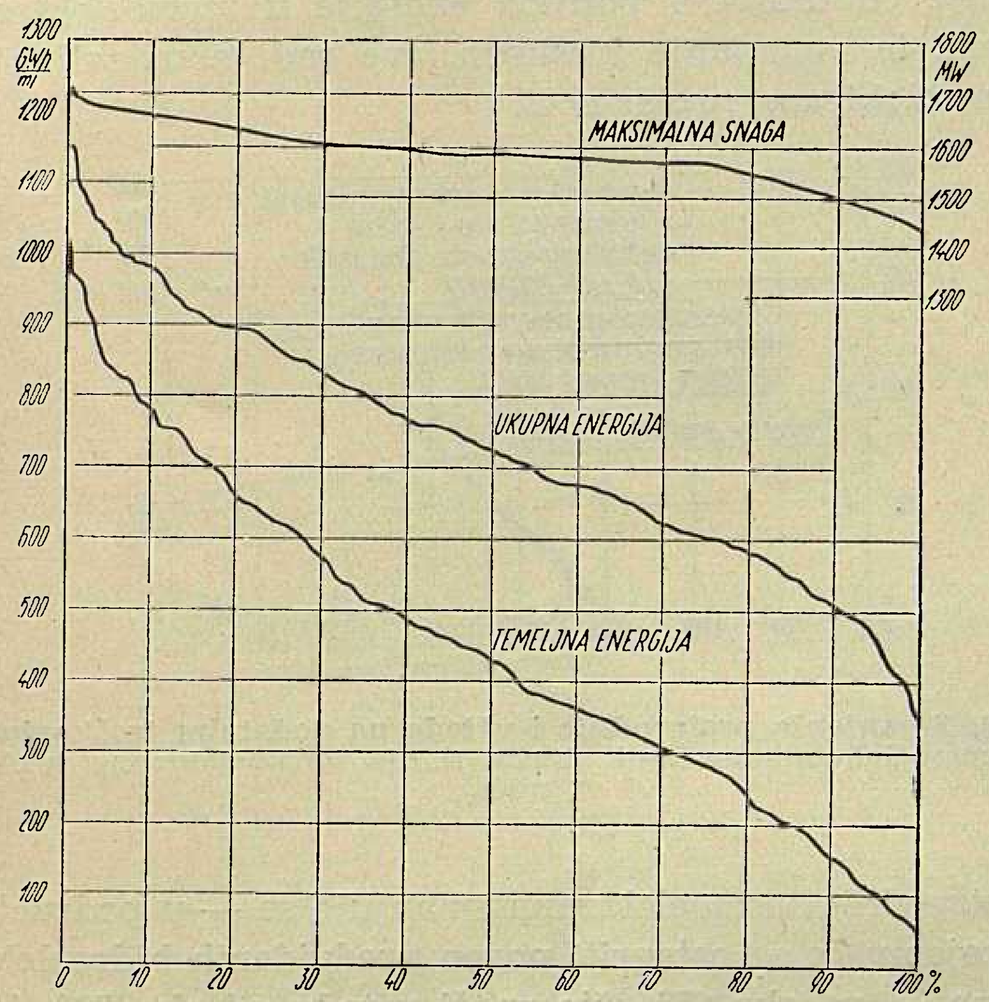
Pri takovom razmatranju pretpostavljamo da su potrebe energije u svim mjesecima jednake. Tada dobivamo mjesečne proizvodnje uz sigurnost od:

95%	454,6 GWh/mj,
90%	504,8 GWh/mj,
85%	553,6 GWh/mj.

Množenjem s 12 dobivamo godišnji konzum kojeg promatrane hidroelektrane mogu opskrbiti, bez dopune termoelektrana, te on iznosi uz sigurnost od

95%	5455 GWh/mj,
90%	6058 GWh/mj,
85%	6523 GWh/mj,

dakle znatno niže (za oko 900—1000 GWh/god), nego u slučaju promatrane proizvodnje u godini kao cjeline.



Sl. 5. Aproksimirane krivulje vjerojatnosti ukupne moguće proizvodnje, proizvodnje temeljne energije i maksimalne snage.

Još ćemo se više približiti stvarnosti ako uvažimo mjesečne promjene potrošnje. Da to bude moguće, potrebno je poznavati podjelu potrošnje po mjesecima, pa je tada moguće odrediti i faktore kojima treba množiti garantirane (uz određenu vjerojatnost) mjesečne proizvodnje da se dobije konzum kojega se može opskrbiti s određenom sigurnošću. Kao najkritičniji mjesec dolaze u obzir rujan (faktor 12,27) i listopad (faktor 11,53). Uz određenu sigurnost u najkritičnijem mjesecu dobivamo godišnji konzum

95%	(listopad)	4493 GWh/god.	(389,7 GWh/mj)
90%	(listopad)	4566 GWh/god.	(396,0 GWh/mj)
85%	(listopad)	5177 GWh/god.	(449,0 GWh/mj)
80%	(rujan)	5854 GWh/god.	(477,1 GWh/mj)

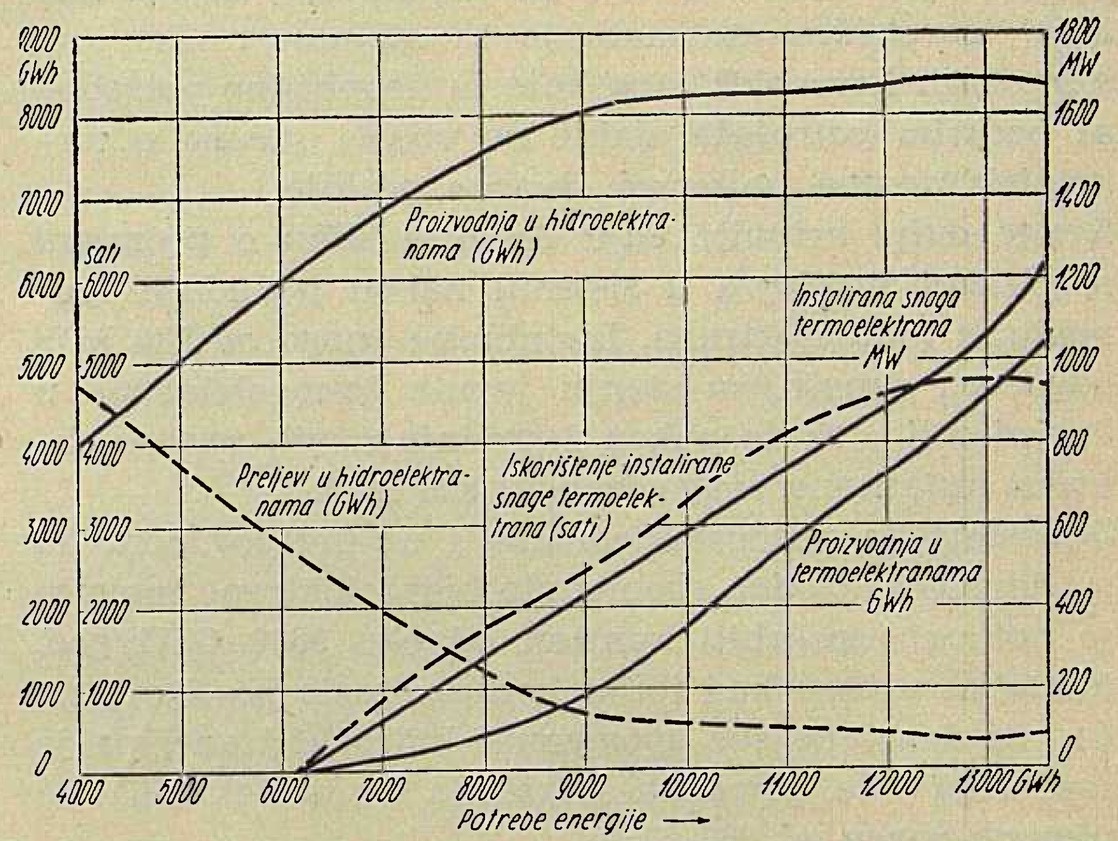
Kriterij sigurnosti uz istu vjerojatnost opskrbe potrošača prema vjerojatnim mogućim proizvodnjama u najkritičnijem mjesecu, znatno je stroži, pa prema tomu dobivamo i manji konzum koji se može opskrbiti s traženom sigurnošću.

Raspored mogućih mjesečnih proizvodnja je, dakle, takav da se može samo hidroelektranama opskrbiti konzum koji se kreće između 51—70% od prosječno moguće proizvodnje u hidroelektranama, već prema prihvaćenoj sigurnosti za opskrbu potrošača.

Dopuna termoelektranama

Poznavanjem kriterija vjerojatnosti ukupne moguće proizvodnje, temeljne energije i maksimalnih snaga moguće je odrediti potrebnu proizvodnju, te potrebnu snagu termoelektrana [L. 2]. Potrebna instalirana snaga termoelektrana određena je prema 90% vjerojatnoj mogućoj proizvodnji u mjesecu listopadu, te uz zahtjev da faktor rezerve u termoelektranama iznosi 1,15. Računato je da snaga potrebna za vlastiti potrošak iznosi 10% od instalirane snage termoelektrane.

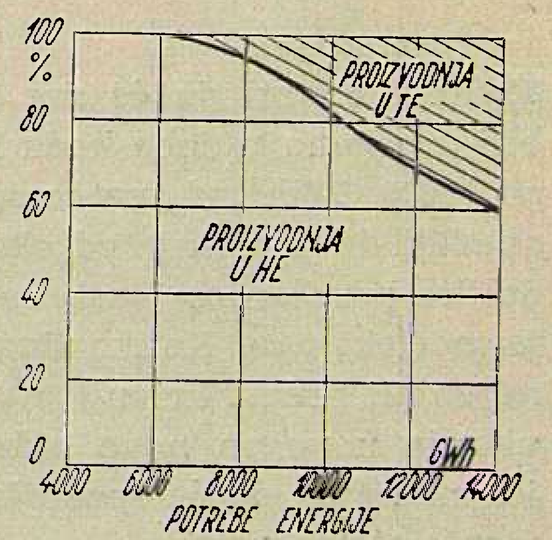
Osim toga računato je da se može reducirati u najkritičnijem mjesecu kod velikih potrošača 167 MW, pa za tu snagu nije potrebno osigurati potrebne termoelektrane.



Sl. 6. Proizvodnja u hidroelektranama i termoelektranama, preljevi u termoelektranama, potrebna instalirana snaga termoelektrana u ovisnosti o potrebama energije uz redukciju velikih potrošača.

Može se pokazati [L. 2] da je — uz zadane hidroelektrane — potrebna snaga termoelektrana, potrebna proizvodnja u termoelektranama, ostvariva proizvodnja u hidroelektranama, pa prema tome i izvedene veličine, funkcija potreba energije u elektroenergetskom sistemu. Ta ovisnost je prikazana na sl. 6.

Uz predviđene redukcije velikih potrošača potreba proizvodnje u termoelektranama pojavljuje se tek za konzum 6110 GWh/god. S daljnjim porastom konzuma potreba proizvodnje u termoelektranama najprije polagano, a kasnije sve brže raste. Povećanje potrebne instalirane snage u termoelektranama za konzum do oko 12500 GWh/god. raste proporcionalno s povećanjem potreba.



Sl. 7. Udio hidroelektrana i termoelektrana u opskrbi potrošača u ovisnosti o potrebama energije.

Za povećanje konzuma od 1000 GWh/god. raste potreba instalirane snage za 151 MW.

Udio proizvodnje termoelektrana u ukupnoj proizvodnji prikazan je na sl. 7.

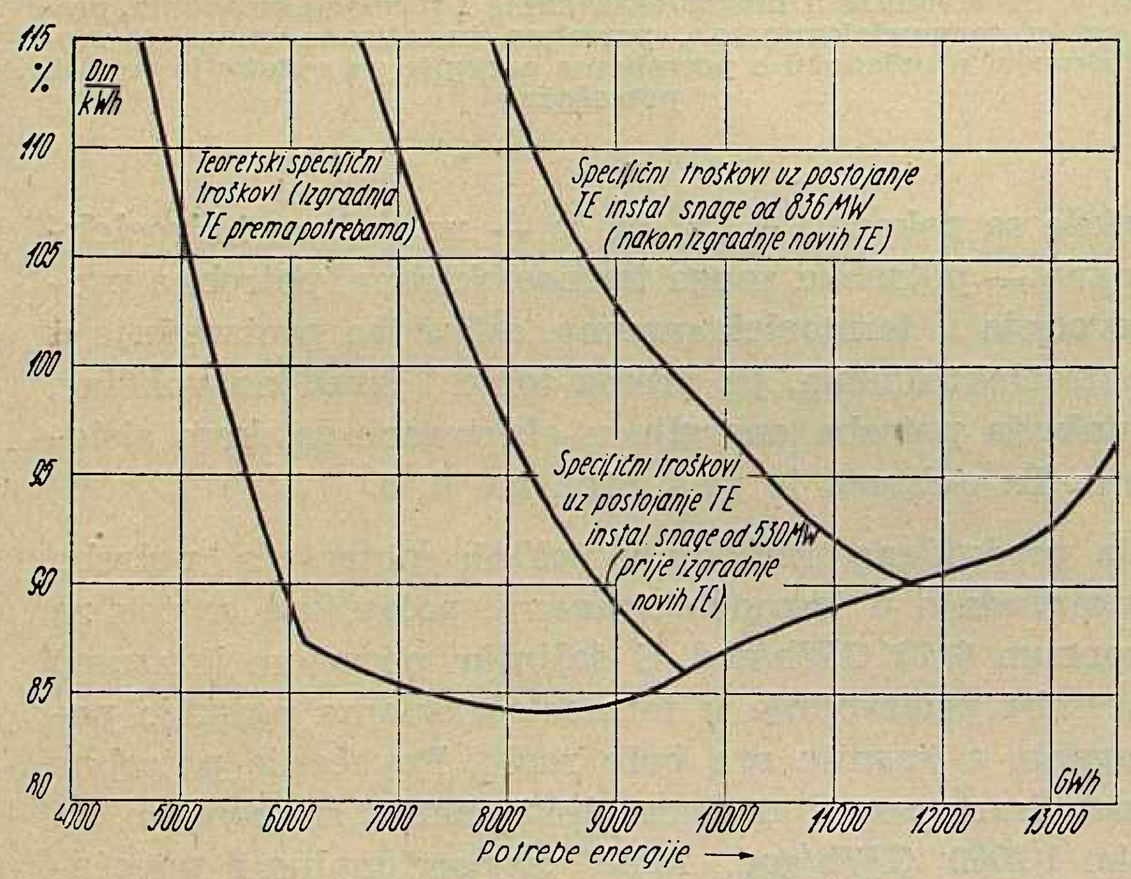
Specifični troškovi energije u sistemu

Uvažujući stalne troškove za hidroelektrane i prijenosnu mrežu, stalne troškove za potrebe termoelektrane te dodatne troškove u termoelektranama, moguće je [L. 2] odrediti specifične troškove za proizvodnju i prijenos energije u sistemu.

Na sl. 8 prikazana je ovisnost specifičnih troškova o potrebama energije za teoretski slučaj, za slučaj da postoje termoelektrane instalirane snage od 530 MW, te za slučaj da u sistemu postoje termoelektrane instalirane snage od 836 MW. U prvom slučaju, koji je nazvan teoretskim, računato je sa stalnim troškovima samo onih termoelektrana koje su neophodno potrebne za opskrbu potrošača, dakle ne vodeći računa o termoelektranama koje već stvarno postoje.

Druge dvije krivulje daju realniju sliku o promjeni specifičnih troškova u sistemu nakon izgradnje spomenutih hidroelektrana. Instalirana snaga od 530 MW odgovara današnjem stanju javnih termoelektrana u Jugoslaviji, dok će nakon izgradnje novih termoelektrana instalirana snaga iznositi 836 MW.

S postojećim termoelektranama i uz pretpostavku da su dovršene uvodno spomenute hidroelektrane moguće je potpuno opskrbiti konzum od oko 9600 GWh/god. Međutim u času kad toliki konzum bude postignut ne će biti dovršene sve spomenute hidroelektrane, pa je radi toga bila potrebna izgradnja termoelektrana do ukupne snage od 836 MW.



Sl. 8 Ovisnost specifičnih troškova u sistemu o potrebama energije uz redukciju velikih potrošača.

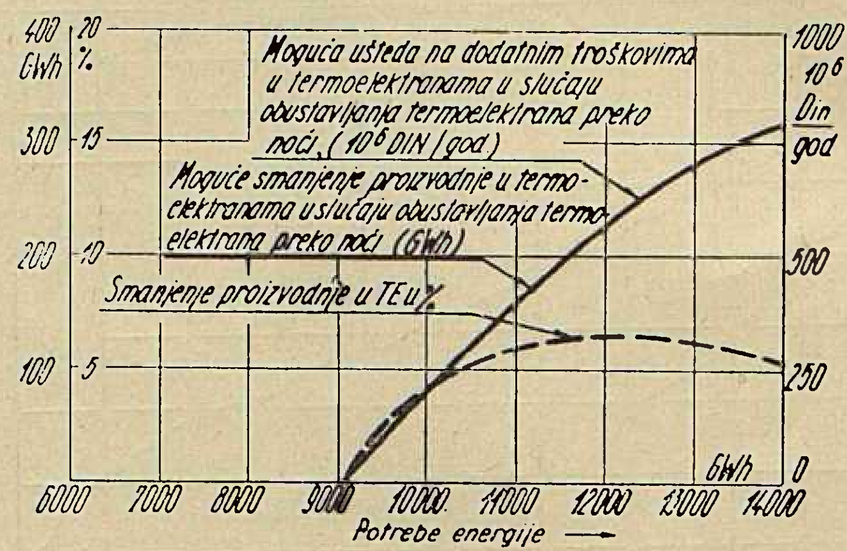
Treba računati da će sve promatrane hidroelektrane biti u pogonu u doba kada konzum postigne vrijednost od 11000 GWh/god., pa će specifični troškovi u sistemu opadati do potrošnje od oko 11700 GWh/god., dok će s daljim povećanjem rasti radi potrebe izgradnje novih termoelektrana. Koliko dugo će se specifični troškovi mijenjati prema krivulji na sl. 8 ovisi o momentu stavljanja u pogon nove hidroelektrane [L. 2]. Sigurno je, međutim, da će specifični troškovi sve do tog momenta stalno rasti.

Utjecaj obustavljanja termoelektrana preko noći

Analiza, koje su rezultati prikazani u prethodnoj točki, osniva se na pretpostavci da se termoelektrane preko noći ne obustavljaju, te da njihov tehnički minimum iznosi 25% od maksimalne snage.

Radi usporedbe određena je i potrebna proizvodnja u termoelektranama i za slučaj obustavljanja termoelektrana preko noći kad nisu neophodno potrebne.

Naravno da u slučaju obustavljanja imamo manju potrebnu proizvodnju, pa prema tomu i manje ukupne troškove u sistemu. Na sl. 9 prikazano je smanjenje proizvodnje u termoelektranama, postotak tog smanjenja od ukupnih potreba energije u termoelektranama, te smanjenje troškova, sve radi obustavljanja termoelektrana preko noći.



Sl. 9. Smanjenje proizvodnje i uštede na dodatnim troškovima u termoelektranama radi obustavljanja termoelektrana preko noći.

Proizvodnja termoelektrana smanjuje se — u području u kojemu će se ostvariti pogon predviđenih hidroelektrana — za oko 67% što znači uštedu od oko $500 \cdot 10^6$ Din/god. Te uštede sve više rastu što je udio termoelektrana u ukupnoj proizvodnji veći.

Smanjenje troškova — po apsolutnom iznosu — nije zanemarivo maleno, pa bi sigurno imalo smisla detaljnije se pozabaviti s problemom mogućnosti obustavljanja termoelektrana preko noći. To pitanje trebalo bi tretirati i s gledišta eksploatacije izgrađenih termoelektrana i s gledišta izgradnje novih termoelektrana.

Opravdanost redukcije velikih potrošača

Postavlja se pitanje, da li je opravdano računati s redukcijom velikih potrošača (elektrolize, aluminija, lučne peći i sl.) u doba najmanjih voda, odnosno — s gledišta izgradnje — da li je opravdano graditi termoelektrane za osiguranje kontinuiranog rada tih velikih potrošača.

Ako pođemo od pretpostavki, koje su prihvaćene za ovu analizu, naime da redukcija velikih potrošača iznosi 167 MW, potrebna instalirana snaga termoelektrana za osiguranje te potrošnju iznosi 218 MW. Izgradnjom tih termoelektrana povećat ćemo proizvodnju energije za 82 GWh, koji će višak dobiti spomenuti potrošači. Troškovi snage po kWh iznosit će — ako računamo s investicijamo od $130 \cdot 10^6$ Din/MW i uz godišnju kvotu od 16% —

$$\frac{20{,}8 \cdot 218}{82} = 55{,}4 \text{ Din/kWh},$$

a ako ovom dodamo još dodatne troškove u termoelektranama (2,5 Din/kWh) dolazimo do specifičnih troškova od 57,9 Din/kWh. Dakle svaki kWh sniženja redukcija kod velikih potrošača stoji skoro 60 Din. Prema

tome tek onda ako su štete od redukcija kod tih velikih potrošača veće od troškova za proizvođnju tog dodatnog kWh, nema opravdanja za računanje s redukcijama tih velikih potrošača, odnosno tek onda je opravdana izgradnja termoelektrana za osiguranje kontinuiranog rada tih potrošača.

Kod manjih potrošača štete iznose više od izračunatih 57,9 Din/kWh, pa njihovo reduciranje nije opravdano.

Izračunati troškovi za nereducirani kWh vrijede u našem slučaju do potrošnje od oko 12500 GWh/god., kada počinju specifični troškovi opadati, jer se povećava količina reducirane energije. Međutim za potrošnju od 12500 GWh/god., bit će potrebno osigurati novi hidroenergetski izvor, jer će to — u našim prilikama — sigurno biti ekonomičnije od izgradnje novih termoelektrana.

Literatura

[1] Požar H.: Potrebna dopunska snaga u elektroenergetskom sistemu, Energija, 1957, br. 1/2, str. 6.

[2] Požar H.: Une méthode pour la comparaison des centrales hydroélectriques dans les régions insuffisamment développées, XI posebni sastanak Svjetske konferencije za energiju, Beograd, 1957 (Energija, 1957, br. 7/8, str. 181).

GLAVNI IZVORI TOPLINSKE ENERGIJE U NR HRVATSKOJ

Ing. Jakob Lucati, Institut za elektroprivredu, Zagreb*

662.6.9.002 (497.13)

Od primarnih energija prirodnog bogatstva NR Hrvatske prikazani su u ovom članku glavni predstavnici i to: mineralni ugalj, nafta i plin, t. j. one vrste energije, koje predstavljaju energetsku osnovicu elektroprivrede. Članak se ograničava isključivo na iznošenje podataka o teritorijalnom prostiranju, nalazištima i rezervama.

MINERALNI UGALJ

Općenito

Ugalj je najvažniji izvor toplinske energije u našoj zemlji, a zastupan je u ukupnom privodu brutto energije NR Hrvatske sa 41% (1953.), a FNRJ (1956.) sa oko 47%. Privreda naše zemlje orijentirana je pretežno na ugalj, koji predstavlja ekonomsku osnovicu energetske privrede zemlje.

U više navrata vršene su procjene rezervi uglja pojedinih nalazišta u NRH. Rezultati ovih procjena redovno pokazuju stanovite — a često puta i znatne — razlike. Da je dolazilo do tih razlika ima više razloga. Svakako je jedan od osnovnih taj, što procjene nisu uvijek vršene po istom kriteriju i što su prilikom ocjene uzimani u obzir stariji, nesigurni podaci i razna predratna stručna mišljenja, koja su davana koji puta i na osnovu nedovoljnog poznavanja pravog stanja stvari, a ponekad i iz spekulativnih pobuda. Zbog toga se još uvijek nailazi na kontradiktorna mišljenja o stvarnim rezervama uglja, na koje se može računati, i o vrijednosti pojedinih ugljenonosnih područja.

U posljednjih 10 godina vršena su i na području NRH relativno zamašna istraživanja (pretežno bušenjem), te se sada raspolaže s više pouzdanijih podataka; zato su i procjene u znatnoj mjeri realnije. Međutim, ni sadašnje procjene ne mogu biti posve točne, jer još uvijek ima dosta ugljenonosnih područja — ponekada i površinski vrlo velikih — za koje nema dovoljno elemenata, na osnovu kojih bi se za takova područja mogla dati točna i pouzdana procjena rezervi. Za sada se u takovim slučajevima može dati samo približna ocjena rezervi na osnovu raspoloživih (iako oskudnih) podataka. Daljnji istražni radovi, koje će trebati vršiti stalno i sistematski u toku narednih godina, dat će tek potrebne elemente na osnovu kojih će biti moguće sa više sigurnosti utvrditi pravo stanje rezervi. Takav uobičajeni način procjenjivanja rudarskih rezervi je jedino moguć, a primjenjuje se posvuda u svijetu.

Kao jedinstveni kriterij za ocjenjivanje eksploatabilnosti slojeva postavljena je:

kod kamenog uglja debljina sloja od 30 cm na više,
kod mrkog uglja „ „ „ 50 „ „ „
kod lignita „ „ „ 80 „ „ „

uz uslov da su ugljeni slojevi uloženi pod povoljnijim montangeološkim uvjetima kao i u dubinama, kod kojih je još moguća njihova rentabilna eksploatacija kod današnjeg stepena rudarske tehnike, i ukoliko ugalj služi za energetske svrhe.

Donje granice debljine ugljenih slojeva postavljene su, kao što je navedeno, iz razloga, jer se na osnovu dosadašnjih iskustava u nekim našim rudarskim pogonima došlo do zaključka, da se ugljene slojeve navedenih debljina — u našim sadašnjim uvjetima, a uz dobru organizaciju rada — može uspješno eksploatirati, ukoliko ne postoje montan-geološke poteškoće, koje bi eksploataciju tako tankih slojeva onemogućavale (komplicirana tektonika, veliki pritisci, tekući pijesci, voda i t. d.).

Isti je kriterij uziman u posljednje vrijeme i prilikom procjene rezervi u drugim našim republikama.

Kako naši ugljeni, koji nastupaju i u geološkim formacijama iste starosti, često pokazuju vrlo velike kvalitetne razlike, bilo bi njihovo svrstavanje u pojedine vrste na uzuelan način otežano, pa su oni u ovom članku podijeljeni prema ogrjevnoj moći u 3 vrste, i to:

— u kameni ugalj uvršten je ugalj s ogrjevnom moći iznad 5000 kcal/kg,

— u mrki ugalj uvršten je ugalj s ogrjevnom moći od 3200—5000 kcal/kg,

— u lignit uvršten je ugalj s ogrjevnom moći ispod 3200 kcal/kg.

* Ovaj članak izrađen je na osnovu djela: »Katastar izvora toplinske energije u NR Hrvatskoj«, koji je izradio Institut za elektroprivredu, Zagreb, uz suradnju Ing. P. Kisića, Prof. A. Tukšića, Ing. O. Roboza i Ing. V. Bobule. – Izdanje-prosinac 1955. – Članak je sastavljen služeći se djelomično originalnim tekstom elaborata.

Ovakva raspodjela daje u osnovi isti rezultat razvrstavanja kao i važeći privremeni jugoslavenski standardi za ugalj.

Da bi se dobila što realnija slika o stanju rezervi, koje imaju stvarnu praktičnu vrijednost, prvenstveno su utvrđene približne površine pojedinih ugljenonosnih formacija. Iz ovih površina izlučene su one površine, za koje dosada nema nikakovih pouzdanih podataka o razvijenim eksploatabilnim slojevima. Vjerojatno je, da će se narednim istražnim radovima i na nekim od ovih površina utvrditi postojanje eksploatabilnih slojeva, pa je — uz ostale mjere opreza kod ocjenjivanja rezervi — i to garancija više, da u konačnoj liniji mogu ukupne rezerve biti samo veće, a nikako manje od onih, koje će biti utvrđene ovim člankom.

Ugljene rezerve — t. zv. geološke rezerve — na ovako reduciranim površinama utvrđene su tako, da je reducirana površina pomnožena s prosječnom mogućnosti eksploatabilnih slojeva uloženih u formaciji uzevši u obzir specifičnu težinu dotične vrste (ugljenonosnost t/m²).

Budući da geološke rezerve ne predstavljaju količine koje bi se u cjelini mogle privesti eksploataciji, bilo zbog toga što su uložene ispod javnih objekata (rijeka, cesta, željeznica, naselja i t. d.), bilo zbog toga što se one ne će moći — kod sadašnjeg stanja rudarske tehnike — rentabilno (ili uopće) eksploatirati zbog raznih tehničkih poteškoća (abnormalno komplicirane tektonike, tekućeg pijeska, ugroženosti od velikih dotoka podzemne vode, velikih dubina i t. d.), bilo je potrebno od geoloških rezervi odbiti odgovarajuće količine kao vanbilančne. Razliku između geoloških i vanbilančnih rezervi predstavljaju bilančne rezerve, koje ujedno predstavljaju i eksploatabilne rezerve.

Procjena t. zv. bilančnih rezervi izvršena je po kriteriju:

vidljive rezerve . . . . . A
dokazane rezerve . . . . . B
vjerojatne (moguće) rezerve C

Kategorijom »vidljive rezerve« obuhvaćene su količine koje su rudarskim radovima otvorene i djelomično već pripremljene za eksploataciju (otkopavanje).

Kategorijom »dokazane rezerve« obuhvaćene su količine koje su neosporno utvrđene rudarskim radovima, dubokim bušenjem, slojnim izdancima, odnosno njihovom kombinacijom.

U kategoriju »vjerojatne (moguće) rezerve« uračunate su one količine, koje se mogu pretpostaviti na osnovu izdanaka ugljenih slojeva, eventualno manjih novijih rudarskih radova i bušenja, zatim starijih (pretežno manjkavih) podataka o istraživanjima ili manjim rudarskim radovima, i zatim na osnovu analogije iz susjednih terena, na kojima se već vrše ispitivanja ili za koje postoje pouzdaniji podaci u vezi najnovijih istražnih radova.

Prema tome rezerve kategorije A i B predstavljaju sigurne rezerve. — Rezerve kategorije A su osnovica sadašnje proizvodnje uglja, dok će rezerve kategorije B biti rudarskim radovima, — koji su u toku ili koji će se izvoditi u budućnosti, postepeno prevođene u rezerve kategorije A, pa će i one na taj način biti predmet eksploatacije u neposrednoj i daljnjoj budućnosti.

Međutim, rezerve kategorije C — iako su procijenjene na osnovu uobičajenih i u tehnici rudarenja priznatih principa, ipak ne predstavljaju sigurne rezerve, pa će ih trebati daljnjim istražnim radovima (bilo bušenjem, bilo rudarskim radovima) provjeravati i postepeno prevoditi u kategoriju B.

Iz navedenog proizlazi, da su brojke utvrđene za pojedine kategorije rezervi, u najvećoj mjeri dinamične, te da se one stalno mijenjaju. Brzina i stepen tih promjena zavisi o intenzitetu eksploatacije i istražnih radova.

Kod utvrđivanja rezervi nastojalo se da procjena — u granicama mogućnosti — dade što realniju sliku stanja. Međutim, ni najsavjesnijim radom nije moguće izvršiti procjenu, koja bi bila posve točna. Ovakove procjene — radi naravi same materije o kojoj se radi — imaju općenito u svijetu relativnu vrijednost, pa se tome ne može izbjeći ni u ovom slučaju.

NALAZIŠTA KAMENOG UGLJA

Na području NR Hrvatske nije razvijena produktivna karbonska formacija, koja je ne samo nosilac najvećih količina svjetskih rezervi uglja, već je ona ujedno i nosilac najkvalitetnijeg kamenog uglja. Doduše karbon (permokarbon?) pokriva u Lici (široj okolini Gospića) stanovite površine, u kojima se mjestimično javlja i po neka leća uglja.

Slojevi kamenog uglja pojavljuju se i u dolomitiziranim vapnencima trijarske starosti na nekim lokalitetima sjeverozapadne Hrvatske u području Krašića (Ključice, Kliš, Željezno).

Najznačajnija nalazišta kamenog uglja u NR Hrvatskoj razvijena su na području jugoistočne Istre. Ovdje se ugalj javlja u naslagama vapnenca eocenske starosti, koje pokrivaju vrlo velike površine Istre i Slovenačkog Primorja.

Strogo uzeto kameni ugalj s područja NR Hrvatske, a posebno Istre, ni po svojoj starosti ni po nekim svojim osobinama, ne spada u kamene ugljene, ali je uslijed raznih djelovanja i povoljnih uslova pougljivanja poprimio mnoge osobine kamenog uglja, pa se kao takav tretira.

Nalazišta kamenog uglja u Istri

ISTARSKI UGLJENOKOPI RAŠA

Na jugoistočnom rubu ugljenonosne formacije — gdje je ona najbolje razvijena — eksploatabilni su slojevi najbolje razvijeni na lokalitetima: Raša — Podlabin — Ripenda — Pićan — Strmac-Plomin, a pretpostavlja se da su razvijeni i na lokalitetu Čepićko Polje.

Ugalj iz istarskih nalazišta karakterističan je po visokoj ogrjevnoj moći i po visokom postotku hlapljivih tvari (ugljikovodika). Slaba osobina ovog uglja je ta, da ima relativno visok postotak sumpora.

Koncem godine 1954. stajale su na raspolaganju slijedeće količine ugljene supstance (u 1000 t):

Područje	Geološke rezerve	Rezerve van bilance	Bilančne rezerve			
			Ukupno	A	B	C
Istra	41.000	3,700	37.300	4.065	5.360	27.875

NALAZIŠTA MRKOG UGLJENA

Nalazišta mrkog uglja prostiru se na području Dalmacije, Hrvatskog Zagorja, Međimurja, Slavonije, te Banije i Korduna.

Nalazišta mrkog ugljena u Dalmaciji

Mrki ugljeni Dalmacije vezani su na t. zv. prominske naslage (nazvane po planini Promina kod Drniša).

ŠIRITOVCI. Ugljeni je sloj uložen u jako vapnovitim laporima, koji nastupaju u alternaciji sa vapnenim konglomeratima, a debljina mu varira između 0,80 i 2,50 m. Sloj nije homogen, već je razdijeljen uloščima lapora u nekoliko tanjih i debljih bankova.
Kvalitet uglja s ovog lokaliteta spada u red vrlo dobrih vrsti mrkog uglja.

DUBRAVICE. (oko 5 km sjeverno od Skradina). Ugljeni slojevi tvore nekoliko kilometara dugu i usku sinklinalu. Slojevi upadaju pod nagibom, koji se kreće između 35 i 60°. Poznato je 5 ugljenih slojeva razne debljine. Neki se slojevi mjestimično mijenjaju u pravcu pružanja i po upadanju. Od ovih slojeva uglavnom su samo 2 eksploatabilna.

VELUŠIĆ. Leži cca 10 km sjeverozapadno od Drniša. Naslage vrlo kvalitetnog uglja s ovog područja dale su podlogu za intenzivnu eksploataciju kroz nekoliko minulih decenija. Ugljena supstanca gotovo je cijelosti već otkopana i rudnik se nalazi u postepenoj likvidaciji.

SIVERIĆ. Leži cca 3 km sjeverno od Drniša. Ugljeni sloj nastupa u žućkastim laporima, koji su naborani u nekoliko vrlo blagih sinklinala i antiklinala.

Glavni sloj u Siveriću predstavljao je najveće nalazište uglja u Dalmaciji i zalihe iz tog sloja bile su podloga eksploatacije, koja traje više od jednog stoljeća. Uzme li se u obzir da se proizvodnja iz ovog pogona kroz nekoliko posljednjih decenija kretala između 150 do 200.000 t na godinu, to znači da je već iz ovog nalazišta dobiveno više milijuna tona.

Zbog svojevremenog nesistematskog i neracionalnog rada, naročito u djelovima rudnika gdje je sloj bio deblji, ostale su u starim radovima nepovađene znatne količine uglja. Iz ovih starih radova vade se već dulji niz godina ti ostaci, pa je i sadašnja proizvodnja upućena pretežno na ugalj iz ovih starih radova.

KLJAKE. Leži cca 15 km jugoistočno od Drniša. Nalazište tvori nesimetričnu sinklinalu. Asimetrija sinklinale uvjetovana je rasjedom Petrovo Polje-Vrba. Razvijen je jedan sloj prosječne mogućnosti cca 1,50 m.
Na ovom je nalazištu pred početak rata bio otvoren rudnik, koji je uništen za vrijeme Narodno-oslobodilačkog rata. Obnavljanju rudnika pristupilo se u prošloj godini.
Kvalitet uglja nešto je bolji od prosječnog kvaliteta uglja Siverić.

KOLJANI. Leži cca 3—4 km istočno od Vrlike. Nalazište je također oligocenske starosti. I ovdje se radi o jednoj manjoj sinklinali (veličina oko 1 km²), koju u južnom dijelu presijeca rijeka Cetina.

Ukupne zalihe mrkog uglja u Dalmaciji (u 1000 t) iznose:

Lokalitet	Geološke rezerve	Rezerve van bilance	Bilančne rezerve			
			Ukupno	A	B	C
Širitovci	100	—	100	10	40	50
Dubravice	200	—	200	10	40	150
Siverić-Velušić	1.100	—	1.100	150	950	—
Kljake	150	—	150	—	50	100
Koljani	4.000	4.000	—	—	—	—
Ukupno	5.500	4.000	1.550	170	1.080	300

Nalazišta mrkog ugljena u Hrvatskom Zagorju

Pojas oligocenskih naslaga, u kojima su uloženi slojevi mrkog uglja, proteže se od granice Slovenije preko Hrvatskog Zagorja, opasujući Ivančicu sa sjeverne i s južne strane, sve do sjevernih padina Kalnika, javljajući se mjestimično i na sjeverozapadnim padinama Zagrebačke Gore.

Započinjući od krajne zapadne točke nalaze se redom slijedeća nalazišta uglja:

MALI TABOR. Nalazi se u blizini Rogatca. Razvijena su 3 eksploatabilna sloja. Debljina krovnog sloja iznosi 0,7 do 0,8 m, glavnog cca 1,20 m, a podinskog 1,50—1,80 m. Pad slojeva je 40—50°.

KLENOVEC. Danas je izvan eksploatacije. Ranije se radilo na jednom ugljenom sloju debljine cca 1,80 m. Ovaj revir leži istočnije (oko 3 km) od M. Tabora, pa je ugljeni sloj ustvari nastavak slojeva iz M. Tabora.

PREGRADA. Aktivan pogon. Postoje 3 ugljena sloja: podinski sloj radi male debljine (0,40—0,50 m) nesposoban je za eksploataciju. Oko 30 m povrh njega leži srednji sloj podijeljen umecima u 2 ploče, od kojih je gornja debela 0,70 m, a donja 1,80 m. Iznad ovog sloja leži krovni sloj debljine 1,80 m (zajedno sa tanjim jalovim uloščima).

PLEMENŠĆINA. Leži istočno od postojećeg pogona Pregrada. Ugljeni slojevi su zapravo istočni nastavak slojeva, koji se eksploatiraju u Pregradi. — Svojedobno (god. 1888.) su na ovom prilično velikom području vršeni i stanoviti rudarski radovi.
Kvalitet uglja je isti kao u Pregradi.

PUTKOVEC. U Putkovcu se danas vrše manji rudarski (zapravo istražni) radovi. Ovi su radovi ustanovili 4 ugljena sloja razne debljine. Najtanji je krovni sloj (0,90 m), a najdeblji podinski (,170—2,20).
HLEVNICA. Nalazi se sjeverno od Putkovca. Ovo područje geološki i geografski čini jednu cjelinu s nalazištem u Putkovcu, te je i serija ugljenih slojeva ista kao i u Putkovcu.

LUPINJAK. Nalazi se udaljen cca 4 km od Pregrade u pravcu sjevera. Starost ugljenonosnih naslaga ista je kao u Pregradi, a tektonski odnosi veoma su slični onima na susjednim lokalitetima.

DJURMANEC-ŽUTNICA. Ugljenonosne naslage ovog područja nastavak su naslaga područja Hlevnice, a od ovih su odjeljene tekstonskom dolinom Krapinice. Ova dolina dijeli i naslage u okolini Žutnice od onih u okolini Djurmanca.

ŠUMOVEC. Ugljenonosne naslage na ovom lokalitetu ustvari su istočni nastavak naslaga zone Pregrada—Djurmanec.
Tektonski uslovi su veoma nepovoljni, pa su rudarski radovi, koji su ranije vršeni na ovom lokalitetu, bili svakih nekoliko metara ometani prelomnicama, u pravilu većeg skoka.

KRAPINA-STRAHINJE. Eksploatacija se vrši u jami Strahinje, gdje se otkopavaju ugljeni slojevi koji su istočni nastavak nekadašnjih radova u Krapini. U tekućoj godini otpočelo se otvaranjem zapadnijih slojeva u području starog rova zvanog »Ivana«, koji leži na periferiji Krapine. Dugogodišnjim rudarskim radovima u prošlosti izvađena je znatna količina supstance.

RADOBOJ. Pogon je danas izvan eksploatacije. U geološkom pogledu ovo je područje istočni nastavak naslaga pogona Strahinje.
Ranijim su radovima bila ustanovljena 4 sloja razne debljine od 0,40 do 1,50 m. Eksploatabilna su 3 gornja sloja, dok podinski sloj zbog male debljine (0,40 do 0,60) ne dolazi u obzir za eksploataciju.

GOLUBOVEC NOVI I STARI. Oba su pogona danas u eksploataciji. Tektonske su prilike radi velikog broja rasjeda vrlo nepovoljne i teške. U području Starog i Novog Golubovca rudarskim su radovima ustanovljena 3 ugljena sloja razne debljine (0,80—1,80 m).
Ima razlika u kvalitetu uglja i po lokalitetu i po slojevima. Tako je ugalj iz Starog Golubovca u cjelini bolji od uglja u Novom Golubovcu, dok je u Novom Golubovcu kvalitet uglja gornjeg sloja znatno bolji od kvaliteta donjih slojeva. Budući da se radi u oba pogona, a teži se da se i slojevi eksploatiraju paralelno, to se postiže prilično jednoličan kvalitet uglja.

ZAJEZDA-VODICE. Leži oko 5 km sjeverno od Budinšćine. Pogon i danas radi.
Naslage tvore odulju usku sinklinalu iz koje je ugljen većim dijelom izvađen ranije. Danas se uglavnom radi na sjevernom krilu sinklinale i partijama uglja, koje su ostale nepovađene.

IVANOPOLJE-LJUBELJ. Leži istočno od željezničke stanice Novi Marof (cca 5 km). Pogon je položen na sjeverozapadnim padinama Kalničke Gore, a otvoren je na uskom pojasu oligocenskih naslaga.

ZAVRŠJE-BELETINEC. Lokalitet se nalazi sjeverno od Ivančice, a jugoistočno od Ivanca.
Tektonske su prilike nepovoljne zbog mnogobrojnih rasjeda raznih pravaca i intenziteta. Radove otežava i činjenica da ima mnogo jalovih zona.

ZAGREBAČKA PAKA. Pod tim nazivom razumijeva se područje koje se nalazi južno od Novog Marofa i zapadno od ceste Novi Marof—Zagreb.
Predviđa se da se ovo područje istraži bušenjem i manjim rudarskim istražnim radovima, kako bi se dobili potrebni elementi za ocjenu njegove ekonomske vrijednosti.

KRIŽEVAČKA PAKA. Područje se nalazi južno od ceste Moždjenec—Križevci, do ceste Novi Marof—Zagreb i treba ga smatrati prirodnim nastavkom ugljenonosnog područja Ivanopolja. Naslage u kojima se nalaze ugljeni slojevi nisu još dovoljno istražene. Manji stariji istražni radovi utvrdili su ugljene slojeve debljine 0,60—1 m.
U pogledu eksploatabilnih zaliha ne može se ništa određenoga reći, jer su potrebna daljnja istraživanja.

VRATNO. Lokalitet se nalazi sjeverno od Križevaca, na južnim padinama Kalničke Gore.

PODGORJE. Nedaleko Marije Bistrice, na sjevernim padinama Zagrebačke Gore. Iza prvog svjetskog rata vršeni su na ovom lokalitetu istražni, a neko vrijeme i eksploatacioni radovi, ali u manjem opsegu.

LEPOGLAVA-IVANEC. Oligocenske naslage razvijene su i na obroncima sjeverne strane Ivančice na potezu Lepoglava -Ivanec. Naslage ovdje generalno upadaju u pravcu sjevera.

REKAPITULACIJA REZERVI MRKOG UGLJA U HRVATSKOM ZAGORJU

Prednjim su obuhvaćene sve značajnije pojave mrkog uglja na području Hrv. Zagorja. Međutim, na vrlo prostranom području koje pokrivaju oligocenske naslage, često se nailazi na izdanke bolje ili slabije razvijenih ugljenih slojeva. Raniji istražni i rudarski radovi, kao i ovakovi izdanci, neosporno ukazuju da su gotovo na čitavoj formaciji bili razvijeni — više — manje — eksploatabilni ugljeni slojevi, te da su kasnija tektonska djelovanja slojeve do te mjere izlomila i ispreturala da oni samo vrlo malim dijelom dolaze u obzir za eksploataciju, a i u tom slučaju samo putem manjih pogona.

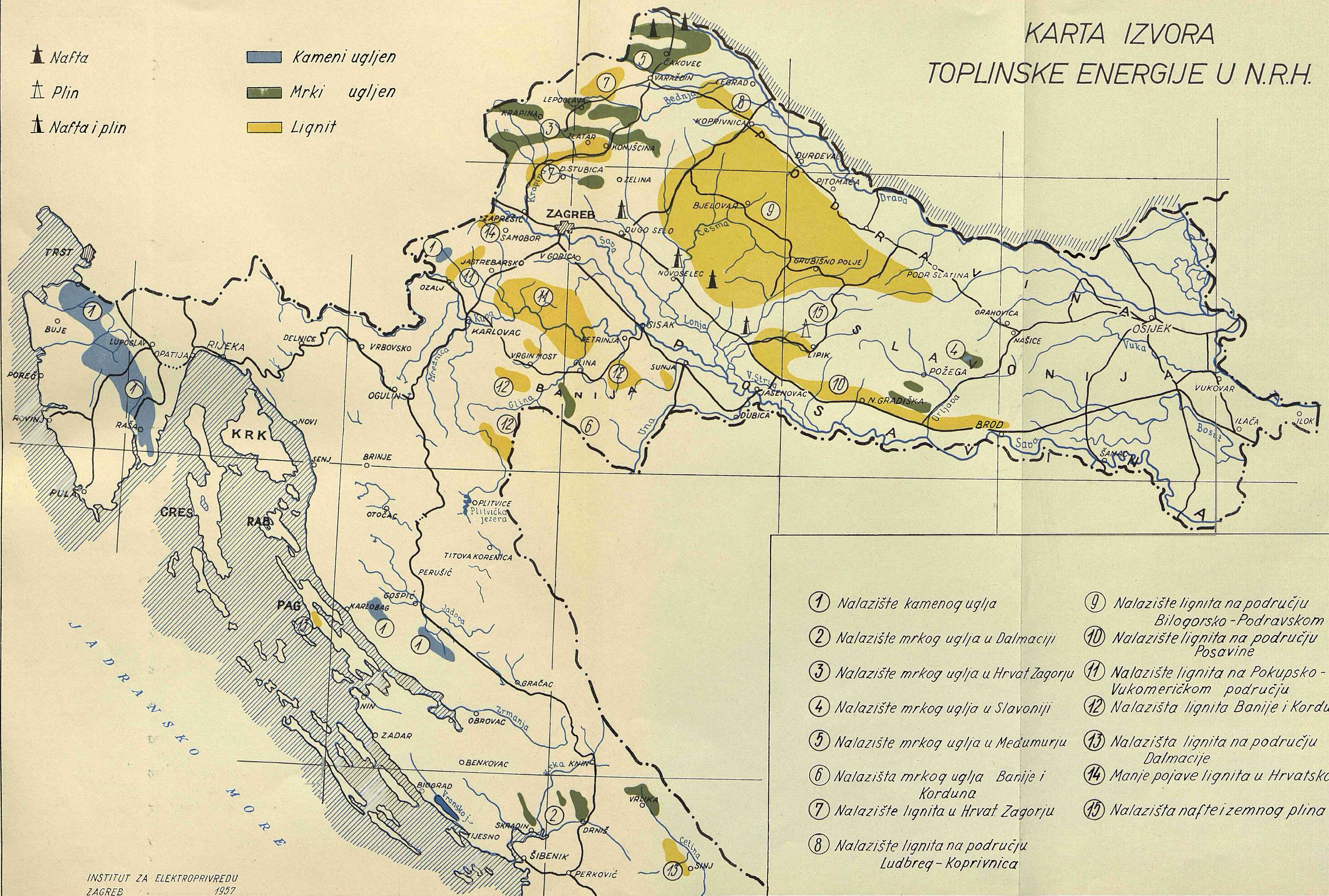
Ukupne rezerve mrkog uglja u Hrv. Zagorju (u 1000 t):

Lokalitet	Geološke rezerve	Rezerve van bilance	Bilančne rezerve			
			Ukupno	A	B	C
Pregrada-Vrbišnica	5.000	2.500	2.500	200	1.300	1.000
Krapina	3.500	1.850	1.650	20	730	900
Golubovec Novi	3.500	1.300	2.200	80	520	1.600
Golubovec Stari	2.500	1.200	1.300	100	250	950
Zajezda-Vodice	2.000	1.200	800	40	210	550
Ivanopolje-Ljubelj	1.500	800	700	30	70	600
Ostali lokaliteti	332.000	315.650	16.350	—	—	16.350
Ukupno	350.000	324.500	25.000	470	3.080	21.950

Nalazišta mrkog uglja u Slavoniji

U Slavoniji se na više mjesta pojavljuju naslage s mrkim ugljem. Ležišta su u pravilu malenog prostiranja i ne mogu se ubrojiti u područja u kojima se mogu očekivati neke naročito značajne zalihe ugljena, pa se stoga na njima ne mogu razviti ni veći objekti.

KARTA IZVORA TOPLINSKE ENERGIJE U N.R.H.



1. Nalazište kamenog ugljа
2. Nalazište mrkog ugljа u Dalmaciji
3. Nalazište mrkog ugljа u Hrvat. Zagorju
4. Nalazište mrkog ugljа u Slavoniji
5. Nalazište mrkog ugljа u Međumurju
6. Nalazišta mrkog ugljа Banije i Korduna
7. Nalazište lignita u Hrvat. Zagorju
8. Nalazište lignita na području Ludbreg - Koprivnica
9. Nalazište lignita na području Bilogorsko - Podravskom
10. Nalazište lignita na području Posavine
11. Nalazište lignita na Pokupsko - Vukomeričkom području
12. Nalazišta lignita Banije i Korduna
13. Nalazišta lignita na području Dalmacije
14. Manje pojave lignita u Hrvatskoj
15. Nalazišta nafte i zemnog plina u NRH

INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU
ZAGREB 1957

RATKOVICA. Leži 4—5 km zapadno od željezničke stanice Ratkovica (na željezničkoj pruzi Kapela—Slavonska Požega). Pogon se nalazi u fazi otvaranja. Postoji jedan ugljeni sloj, koji je uložen u zelenim pijescima i glinama. Ugljeni je sloj uslijed jakog tektonskog djelovanja — do kojega je došlo naročito tokom gornjeg miocena — utonuo prilično duboko pored dvaju poprečnih rasjeda.
Do danas nije ustanovljeno da li se ovaj ugljeni sloj nalazi i u susjednim područjima odrezanim spomenutim rasjedima. Radi se dakle, o prilično oštro ograničenoj lokalnoj pojavi.

POŽEŠKI BRESTOVAC. Nalazi se nedaleko Slavonske Požege (cca 6 km). Između 1913. i 1915. g. postojali su manji rudarski radovi. Poznat je samo jedan ugljeni sloj debljine svega 0,65 m.

BEKTEŽE-GRADIŠTE. Nalazi se na sjevernom rubu požeške kotline u blizini mjesta Bekteže. U gornjo-oligocenskim naslagama, koje ovdje pokrivaju manju površinu, nalazi se nekoliko izdanaka uglja. Na ovim se izdancima prijašnjih godina nešto radilo, ali bez nekog većeg uspjeha. Pouzdanijih podataka o tim radovima nema.
S obzirom na opće geološke prilike Slavonije ne mogu se ovdje očekivati druga nalazišta mrkog ugljena osim navedenih, pa rezerve mrkog uglja u Slavoniji predstavljaju samo rezerve pogona Ratkovice.

Zalihe uglja (u 1000 t) cijene se:

Lokalitet	Geološke rezerve	Rezerve van bilance	Bilančne rezerve			
			Ukupno	A	B	C
Ratkovica	1.850	—	—	—	850	1.000

Nalazišta mrkog uglja u Međimurju

MURSKO SREDIŠČE. Na području Međimurja razvijene su na više desetaka kvadratnih kilometara donjopliocenske (gornjo-kongerijske) naslage, koje su nosilac ugljenih slojeva. Ovi bi slojevi po svojoj starosti spadali među lignite, ali se zbog vrlo dobrog kvaliteta svrstavaju u mrke ugljene.
Formacija je istražena vrlo slabo i to samo u užem području Murskog Središča. Radi tankih slojeva i relativno velikog kapaciteta rudnika istražene se površine vrlo brzo otkopavaju, pa su stoga potrebni stalni intenzivni istražni radovi. Daljnja istraživanja su u toku.

Zalihe uglja (u 1000 t) se cijene:

Lokalitet	Geološke rezerve	Rezerve van bilance	Bilančne rezerve			
			Ukupno	A	B	C
Mursko Središče	2.500	300	2.200	250	450	1.500
Šire područje	57·500	44.700	12.800	—	—	12.800
Ukupno	60.000	45.000	15.000	250	450	14.300

Nalazišta mrkog uglja Banije i Korduna

Na području Banije i Korduna poznato je nekoliko lokaliteta na kojima se javlja mrki ugalj.
Sva dosadašnja istraživanja ukazuju, da su sve tamošnje pojave takove, da se ne može očekivati da bi se na bilo kojoj od njih mogla razviti rudarska djelatnost, koja bi imala neko značenje.

NALAZIŠTA LIGNITA U NRH

Pliocenska formacija, u kojoj su razvijeni slojevi lignita, zaprema u NRH (a naročito na teritoriju kojeg opasuju rijeke Kupa—Sava—Drava) vrlo velike površine. Na najvećem dijelu te formacije razvijeni su slojevi lignita dobrog kvaliteta.
Za razliku od većine drugih nalazišta lignita u Jugoslaviji pojave u Hrvatskoj predstavljaju nalazišta s većim brojem tanjih ugljenih slojeva, kojih je vrijednost često smanjena i pojavama tekućeg pijeska, a ponegdje i znatnim jamskim pritiscima.
Kod takove opće karakteristike nalazišta potrebni su opsežniji istražni radovi za utvrđivanje eksploatabilnih rezervi. U NRH je za utvrđivanje istih količina potrebno istraživanje daleko veće površine, nego u drugim republikama. Ova je činjenica imala za posljedicu, da su nalazišta lignita u Hrvatskoj znatno slabije istražena i da se na njima nisu mogli razviti pogoni tako velikih kapaciteta kao na nalazištima Slovenije, Srbije i Bosne.
Nepovoljna je i ta činjenica, što su ugljeni slojevi, u odnosu na debljinu slojeva, uloženi i u relativno velikim dubinama, pa kod takovih prilika nije bilo ni uslova da se eksploatacija vrši pomoću većih površinskih kopova. Samo na 2—3 mjesta bile su utvrđene manje količine prikladne za pridobivanje površinskim kopovima manjeg kapaciteta.
Specifične prilike nalazišta lignita u Hrvatskoj uslovile su razvijanje pogona manjih kapaciteta. Samo u nekoliko slučajeva bilo je moguće razvijanje pogona osrednjeg kapaciteta (Brodarevac i Ladanje Dolnje).

Prednost je naših lignita što su oni, u poređenju s lignitima Slovenije i Srbije, u najviše slučajeva kvalitetno bolji, dok su dobrim dijelom ekvivalentni kvalitetu lignita sa nalazišta Bosne.

Rezerve lignita regionalno se mogu podijeliti na:

lignite Hrvatskog Zagorja,
lignite Ludbreško—Koprivničkog područja,
lignite Bilogorsko—podravskog područja,
lignite Posavskog područja,
lignite Pokupsko—Vukomeričkog područja,
lignite Kordunskog područja,
lignite Dalmatinskog područja

Nalazišta lignita na području Hrvatskog Zagorja

Ivančica svojom dugačkom trupinom dijeli nalazišta lignita Hrv. Zagorja na dvije odijeljene skupine i to:

a) na nalazišta na području Konjšćine,
b) na nalazišta na području Ivanca—Ladanja—Varaždina.

Oba su ova ugljena basena izgrađena od mlađih terciarnih naslaga, koje po geološkoj starosti pripadaju gornjem pontiku.

NALAZIŠTA NA PODRUČJU KONJŠĆINE

Između Ivančice i Zagrebačke Gore mlađe tercijarne naslage pokrivaju površinu od cca 110 km². Ovdje se zapravo radi o kotlini duljine cca 24 km i najveće širine 7—8 km.

Iako se već decenijima na ovom području vrši eksploatacija, kotlina kao cjelina još uvijek nije dovoljno istražena, pa manjkaju mnogi elementi na osnovu kojih bi se mogla dati točna ocjena odnosa koji u njoj vladaju, kao i ocjena njene stvane vrijednosti.

Da bi se dobila što potpunija slika o pojavama uglja i prilikama čitavog basena navest će se redom najvažnija i najbolje poznata nalazišta sjevernog krila sinklinale počev s najzapadnije točke prema istoku, a zatim južnog krila redom od najistočnije do najzapadnije točke.

ŠPIČKOVINA-DUBRAVA. Špičkovina se nalazi sa zapadne strane željezničke pruge Zagreb—Varaždin, a udaljena je od željezničke stanice Bedekovčina cca 3 km u pravcu zapada.

Na ovom se lokalitetu vrši eksploatacija već niz godina.

Oko 2 km zapadnije — na lokalitetu Dubrava — otvara se na sloju približno iste debljine novi pogon, koji bi trebao neko vrijeme omogućiti povećanje proizvodnje a kasnije nadomjestiti pogon Špičkovinu.

POZNANOVEC-BUKOVEC. Nalazi se cca 4 km sjeverozapadno od željezničke stanice Zlatar—Bistrica. Pogon se nalazi u stadiju otvaranja.

ZLATARSKI MARTINCI. Nalaze se cca 3 km sjeverozapadno od željezničke stanice Zlatar-Bistrica i cca 1 km istočno od Bukovca. Iza rata otvoren je na ovom nalazištu manji pogon.

Poznata su 3 ugljena sloja. Prvi debljine 1,10—1,20 m, drugi debljine cca 2,60 m (s jalovim uloškom od oko 10 cm), treći debljine cca 2 m.

KAŠTEL. Leži oko 2 km sjeveroistočnije od pogona Martinci i cca 2 km sjeverno od željezničke stanice Zlatar-Bistrica.

Tokom godine 1942. vršena je eksploatacija manjih razmjera. No ovom su lokalitetu utvrđena do sada 3 sloja ugljena.

Kvalitet uglja odgovara kvalitetu uglja s ostalih okolnih nalazišta.

DONJA BATINA. Leži cca 8 km sjeverozapadno od željezničke stanice Konjšćina. Manji rudarski radovi vršeni su na izdancima tokom posljednjeg rata. Zbog relativno velike udaljenosti od željezničke pruge i loših puteva iza rata je rad obustavljen.

U prošlim godinama je područje istraženo bušenjem, pa je utvrđeno postojanje više ugljenih slojeva, od kojih su 3 eksploatabilna.

KONJŠĆINA STARA. Nalazi se cca 2,5 km istočnije od lokaliteta Donja Batina. Na ovom je lokalitetu ranijih godina (1920.—1930.) vršena eksploatacija. Naročito je intenzivna bila odmah iza prvog svjetskog rata. — Eksploatiran je samo jedan sloj prosječne debljine nešto veće od 5 m.

Rad na ovom pogonu obustavljen je oko 1930. zbog krize u prodaji uglja, pa su ostale neizvađene velike količine. Prema nekim procjenama radi se o 5—6 milijuna tona.

KONJŠĆINA GORNJA. Nalazi se cca 1,5 km južno od željezničke stanice Hraščina—Trgovišće. Ugljeni su slojevi otvoreni rovom, a zatim iz samog rova niskopima. Ulaz u rov nalazi se sa zapadne strane željezničke pruge Zagreb—Varaždin, a tik same pruge.

MARETIĆ NOVI. Nalazi se s desne strane željezničke pruge Zagreb—Varaždin na udaljenosti cca 1,5 km istočno od ulaza u rov pogona Konjšćina Gornja.

Sjeverno krilo konjšćinske sinklinale u području Konjšćine Stare postepeno se povija prema istoku, da bi slojevi u području Konjšćine Gornje i Maretića Novog poprimili u potpunosti smjer pružanja zapad—istok.

VRBOVO. Leži cca 2,5 km južno od pogona Maretić Novi. Naslage na ovom lokalitetu naglo prelaze u pravac sjever—jug, a sljevi upadaju pod blagim kutom (oko 10°) prema zapadu.

Ovo je područje u 1954. istraženo većim brojem dubokih bušotina koje su utvrdile 16 slojeva od kojih je 7 slojeva prikladno za eksploataciju.

Ovim je istražnim radovima dokazano, da su na ovom lokalitetu akumulirane velike količine ugljenih rezervi, pa se predviđa otvaranje novog pogona.

MARETIĆ STARI. Leži cca 2 km jugozapadno od lokaliteta Vrbovo. Prije rata bio je u pogonu. Na ovom se području naslage povijaju sve više u pravcu jugozapada, da bi nekoliko km jugozapadnije poprimile gotovo smjer zapadni. Slojevi upadanju pod kutom od 12—17° prema sjeverozapadu.

Eksploatacione su prilike bile relativno povoljne. Ranijim je radovima povađen uglavnom onaj ugalj, koji se nalazi u višim dijelovima jame, dok su prema dubini bili vršeni samo istražni radovi.

PEŠĆENO. Nalazi se oko 2 km jugozapadno od nekadašnjeg pogona Maretić Stari. I na ovom je nalazištu svojevremeno vršena eksploatacija. Radovi su obustavljeni za vrijeme privredne krize (oko god. 1936.).

KONJŠĆINA DONJA. Nalazi se oko 2 km istočno od željezničke stanice Konjšćina, a cca 1,5 km jugoistočno od Pešćena.

Na ovom se pogonu vrši eksploatacija već gotovo 20 godina. Poznata su 2 ugljena sloja. Gornji debljine 1,40 m i (17 m dublje) drugi debljine 3—3,5 m. Ovaj posljednji ustvari odgovara trećem sloju susjednog lokaliteta Pešćeno.

JERTOVEC. Nalazi se cca 2 km jugoistočno od pogona Konjšćina Donja. Ranijih se godina ovdje radilo u vrlo malim ramjerima.

Poznat je samo 1 ugljeni sloj debljine 1,20—1,40 m. Sloj upada pod vrlo blagim nagibom (6—7°).

ŠUŠOBREG. Nalazi se cca 4 km jugozapadno od Konjšćine Donje. Do otvaranja ovog pogona došlo je iza rata.

POLJANICA. Nalazi se oko 4 km jugozapadno od Šušobrega. Pogon je otvoren oko god. 1920. Podlogu za otvaranje pogona dao je ugljeni sloj kojeg moćnost varira između 6 i 11 m.

Sloj nije čist, već je jalovim umecima podijeljen u više ploča. Debljina pojedinih ploča kreće se između 0,80 i 1,50 m.

SELNICA. Nalazi se jugozapadno od Poljanice. Do sada su poznata 2 ugljena sloja debljine 1,00—1,20 m svaki. Područje nije dovoljno istraženo i vjerojatno

ima i više slojeva. Područje je interesantno i zbog toga, jer je ugalj iz već poznatih slojeva bolji nego na drugim okolnim lokalitetima.

SUTINSKO. Nalazi se oko 1,5 km južno od željezničkog stajališta Poznanovec.
Poznata su 2 ugljena sloja. Prvi (gornji) debljine 2 m, od čega otpada na jalovi umetak 20 cm, i drugi debljine 1,50 m, također s jalovim metkom od 20 cm.

DUBOVEC. Nalazi se cca 2,5 km jugoistočno od željezničke stanice Bedekovčina. Rudarski radovi vršeni su niz godina, a obustavljeni su koncem rata.
Poznata su svega 4 ugljena sloja. Prvi sloj (krovni) bio je debeo 1,70 m, ali je bio jalovim umetkom razdijeljen u 2 ploče.

VUČAK. Leži cca 3 km južno od željezničke stanice Bedekovčina. Rudarski radovi vrše se na ovom lokalitetu već gotovo 20 godina.
Poznata su 3 ugljena sloja.

REKAPITULACIJA UGLJENIH REZERVI KONJŠĆINSKOG BASENA

Dosadašnji istražni radovi — iako nepotpuni i nedovoljni — ukazuju, da je na čitavoj površini Konjšćinskog basena razvijen veći ili manji broj eksploatabilnih slojeva lignita. Ugljenonosnost po m² nije svugdje jednaka. Prema dosaďa poznatim podacima ona je najmanja na jugozapadnom rubu kotline, gdje iznosi cca 2 t/m², na najveća na sjeveroistočnom, gdje dosiže i 18 t/m².
Na osnovu svega što je do sada poznato o razvijenosti eksploatabilnih slojeva dalo bi se zaključiti da prosječna ugljenonosnost čitavog basena iznosi preko 7 t/m². Računajući s ugljenonosnošću od svega 5 t/m² ukupne geološke rezerve čitavog basena iznose cca 550 milijuna tona.

Ove su rezerve (u 1000 t) raspodijeljene kako slijedi:

Lokalitet	Geološke rezerve	Rezerve van bilance	Bilančne rezerve			
			Ukupno	A	B	C
Špičkovina-Dubrava	3.000	1.000	2.000	10	40	1.950
Poznanovec-Bukovec	4.000	2.000	2.000	30	1.170	800
Zlatarski Martinci	2.500	1.600	900	60	100	740
Donja Batina	8.000	2.000	6.000	—	5.000	1.000
Konjšćina Gornja	4.500	1.700	2.800	130	270	2.400
Maretić Novi	8.000	2.000	6.000	750	2.850	2.400
Vrbovo	30.000	5.000	25.000	—	23.000	2.000
Konjšćina Dolnja	1.500	1.200	300	130	170	—
Šušobreg	10.000	1.700	8.300	250	400	7.650
Poljanica	10.000	3.100	6.900	100	300	6.500
Vučak	1.500	700	800	40	200	560
Ostali lokaliteti	467.000	393.000	74.000	—	—	74.000
Ukupno	550.000	415.000	135.000	1.500	33.500	100.000

Nalazišta u području Ivanca—Ladanja—Varaždina

Mlađe terciarne naslage, koje pripadaju gornjem pontiku, pokrivaju između Ivančice i Drave površinu od cca 160 km². Ove su naslage znatne debljine, a na sjevernim rubovima Ivančice leže u sinklinalnom položaju preko starijih naslaga oligocena i miocena.
Postoje slijedeći lokaliteti:

IVANEC. Nalazi se u neposrednoj blizini mjesta Ivanec. Rudarski raďovi na ovom području datiraju iz g. 1870. Radi se o jednom ugljenom sloju ukupne debljine do 11 m. Sloj je ustvari sastavljen od većeg broja ugljenih ploča razne debljine, koje su međusobno odijeljene jalovim, najčešće pješčanim umecima. U pretežnom dijelu ugljeni je sloj sastavljen od 6 ploča.

BRODAREVEC. Leži cca 5 km sjeveroistočno od pogona Ivanec. Ovo je područje istraženo dubokim bušenjem pred 5—6 godina, s ciljem da se na njemu otvori novi pogon, koji bi imao nadomjestiti kapacitet pogona Ivanec nakon njegove liklidacije.
Istražni su radovi ovďje utvrdili 2 ugljena sloja.

LADANJE DOLNJE. Nalazi se cca 3 km sjeveroistočnije od novog pogona Brodarevec. Ugljeni slojevi su identični onima u Brodarevcu.
U ovom se pogonu već nekoliko decenija otkopava donji sloj debljine 2—5 m. Slojevi upadaju prema jugoistoku pod kutom 10—15°.

CERJE TUŽNO. Nalazi se cca 8 km sjeveroistočnije od pogona Ivanec, a cca 6 km jugoistočnije od pogona Ladanje Dolnje. Na ovom se lokalitetu prije rata vršila eksploatacija lignita u manjim razmjerima. Rudnik je bio otvoren na izdancima slojeva debljine cca 1 m. Prema nekim podacima kvalitet je uglja bio nešto bolji nego iz pogona Ivanec i Ladanje Dolnje.

REKAPITULACIJA REZERVI NA PODRUČJU IVANEC-LADANJE DONJE–VARAŽDIN

Ugljenonosnost u području Ivanca dosiže i 12 t/m², a u području Brodarevca i Ladanja Dolnjeg do 6 t/m². Za obračun rezervi čitavog basena procjenjuje se ugljenosnost u visini jedne trećine od do sada utvrđene ugljenosnosti istraženih terena, pa bi geološke rezerve iznosile cca 440 milijuna tona. S tolikim se količinama u ovom području računa i u bilanci rezervi uglja FNRJ.

Ove su rezerve (u 1000 t) raspoređene kako slijedi:

Lokalitet	Geološke rezerve	Rezerve van bilance	Bilančne rezerve			
			Ukupno	A	B	C
Ivanec	700	200	550	500	50	—
Brodarevec	12.000	3.000	9.000	—	6.000	3.000
Ladanje Dolnje	12.000	2.000	10.000	300	4.700	5.000
Ostalo područje	415.250	304.800	110.450	—	—	118.450
Ukupno	440.000	310.000	130.000	800	10.750	118.450

Nalazišta lignita na području Ludbreg—Koprivnica

Mlađe terciarne (gornjo-pliocenske) naslage pokrivaju na ovom području prilično velike površine. Ove se naslage na jugozapadnoj strani naslanjaju na starije oligocenske i miocenske tvorevine Kalničkog Gorja, a prema sjeveroistoku tonu poď diluvialne i aluvialne tvorevine dravske ravnice. Iako su mlađe terciarne naslage razvijene i istočno od Koprivnice, ovo se područje tretira odvojeno, jer pojave ugljenih slojeva sa ovog područja pokazuju stanovite odlike na koje se ne nailazi na terenima istočno od Koprivnice.
U petrografskom pogledu terciarne su naslage ovog područja sastavljene od laporovitih glina i glinenih pijesaka, između kojih su uloženi slojevi pijeska, ponekada vodonosnog, a ponekada i tekućeg. U seriji laporovitih glina nalaze se tanji slojevi lignita, koji se kvalitetom približuju granici mrkih ugljeva.

Lokaliteti:

RASINJA. Nalazi se u Crnovečkom jarku uďaljenom cca 6 km od željezničke stanice Rasinja (na pruzi Varaždin—Koprivnica). Utvrđena su 4 ugljena sloja debljine 0,50, 0,90, 0,70 i 0,40 m. Uklon slojeva cca 25°.

SUBOTICA. Sada aktivan pogon. Nalazi se u blizini sela Subotice. Udaljen je od željezničke stanice Rasinja cca 4,5 km u pravcu jugoistoka.

UKUPNE REZERVE UGLJA PODRUČJA LUDBREG—KOPRIVNICA

U bilanci rezerve uglja FNRJ ugljene rezerve ovog područja vode se na 15 milijuna tona, a podijeljene su kako slijedi (u 1000 t):

Lokalitet	Geološke rezerve	Rezerve van bilance	Bilančne rezerve			
			Ukupno	A	B	C
Subotica	1.000	—	1.000	40	460	500
Ostali lokaliteti	14.000	12.000	2.000	—	—	2.000
Ukupno	15.000	12.000	3.000	40	460	2.500

Nalazišta lignita bilogorsko-podravskog područja

Mlađe terciarne tvorevine bilogorsko-podravskog područja istočni su nastavak tvorevina ludbreško-koprivničkog područja.
Zapadnu granicu ovog područja zatvara (približno) linija Vrbovec—Križevci—Koprivnica, sjevernu rijeka Drava, južnu (približno) Vrbovec-rijeka Lonja i planina Papuk, dok istočna granica ovog područja nije još točno determinirana, jer ove tvorevine tonu poď mlađe diluvialne naslage.

Lokaliteti:

ŽIBRINOVEC. Leži cca 3,5 km sjeverozapadno od Glogovnice uz dobar kolski put za Križevce, od kojeg je udaljen cestom cca 14 km.
Slojevi se pružaju smjerom sjever-jug s nagibom prema istoku pod kutom 60°.

Poznato je 5 ugljenih slojeva debljine 0,70, 0,80, 1,20, 1,50 i 1,20 m. Četvrti sloj razdijeljen je jalovim umetkom debljine 0,30 m na 2 ugljene ploče (gornju debljine 0,30 m i donju debljine 1,20 m). U ovom se sloju sada vrši eksploatacija u vrlo ograničenim razmjerima.
ZVONIMIR. Nalazi se 1 km daleko od željezničke stanice Majurec. Na ovom je lokalitetu rađeno između god. 1938. i 1945.

Ugljeni sloj debljine 1,10—1,20 m (s jalovim uloškom debljine 20 cm) bio je otvoren potkopom.

PRKOS — MAJUREC. Nalazi se oko 6 km sjeveroistočno od Križevaca. Postoji kolska veza (dužine 2 km) sa željezničkom stanicom Majurec.

VOJAKOVAČKI KLOŠTAR. Leži cca 7 km sjeveroistočno od Križevaca. Pogon je aktivan i vezan industrijskom prugom sa željezničkom stanicom Carevdar.

Poznata su 2 ugljena sloja. Krovni debljine do 0,80 m i podinski debljine do 1,20 m. Pružanje slojeva sjever-jug, a upadanje prema zapadu pod kutom 2—3°.

RAŠČANI. Nalazi se 2,5 km istočno od Vojakovačkog Kloštra.

Prije i za vrijeme rata na ovom je nalazištu bio izrađen istražni rov dužine 200 m, koji je presjekao 3 ugljena sloja, od kojih je jedan (debljine 1,50 m) bio prikladan za otkopavanje.

BARBARA. Kod sela Carevdar, na željezničkoj pruzi Koprivnica—Križevci, vršeni su ranije rudarski istražni radovi. Ovi su raďovi potkopom utvrdili 4 ugljena sloja debljine 0,80, 1,20, 1,50 i 1,30 m. Ovaj posljednji razdijeljen je u 2 ugljene ploče jalovim proslojkom debljine 30 cm.

LANIŠTE. Nalazi se cca 2 km sjeverno od Carevdara, sa zapadne strane sela Donjara i željezničke pruge Križevci—Koprivnica.

Rudarski istražni radovi vršeni su godine 1937. i 1938.

DONJARA. Nekoliko stotina metara sjevernije od Laništa vršeni su u 1938. istražni radovi (potkopom dubljine cca 25 m).

VRBIK — OSUĐEVO. Nalazi se nedaleko spomenutih nalazišta Lanište i Donjara.

Manji istražni rudarski radovi izvođeni su 1923. Prema raspoloživim podacima bila su ustanovljena 3 sloja, debljine 0,50, 0,60 i 1,20 m.

GLOGOVNICA. Nalazi se 9 km sjeverno od Križevaca kod sela Glogovnica.

Rovom dugim 120 m bio je presječen ugljeni sloj debljine 0,60 m sa upadanjem prema jugu pod 10°.

LEPAVINA. Ugljenokop se nalazi cca 1 km istočno od željezničke stanice Lepavina (na pruzi Križevci—Koprivnica) s kojom je vezan uskotračnom industrijskom prugom.

Rudarski radovi su poznati još iz godine 1870 i odvijali su se prema nekim podacima na ugljenom sloju debljine 1,30 m sve do 1914. god.

SOKOLOVAC. Nalazi se oko 2 km sjeverno od Lepavine. Ustanovljeno je 11 ugljenih slojeva. Za eksploataciju su sposobna 4 sloja i to: I. sloj debljine 1,00 m, III. sloj debljine 2,30 m, IV. sloj debljine 1,20 m, V. sloj debljine 4,00 m.

KOPRIVNIČKI BREGI. Nalazi se 7 km jugoistočno od Koprivnice, a vezan je uskotračnom industrijskom prugom sa željezničkom stanicom Koprivnički Bregi. Poznato je 6 ugljenih slojeva, čija se debljina kreće od 0,80 do 1,70 m.

PETROVDOL. Nalazi se oko 2 km sjeverozapadno od rudnika Koprivnički Bregi. Vezan je s Koprivnicom slabim seoskim putem (dužine oko 6 km) i državnom cestom (oko 3 km).

Rudnik je otvoren potkopom, koji je na 45 m presjekao ugljeni sloj debljine 0,50—0,75 m. Sloj upada prema sjeveru pod kutom 2—3°.

JAGNJEDOVAC. Nalazi se cca 1,5 km zapadno od Petrovdola. Manji pogon koji proizvodi ugalj za najuže lokalne potrebe na istom sloju i pod istim uslovima kao Petrovdol. U pogledu rezervi vrijedi isto što je rečeno i za pogon Petrovdol. — Kvalitet uglja je isti kao u Bregima.

MIŠULINOVAC. Ugljenokop se nalazi sjeveroistočno od Bjelovara i vezan je rudničkom industrijskom prugom (dužine oko 1km) s željezničkom stanicom Mišulinovac.

Poznato je 8 ugljenih slojeva, od kojih 3—6 eksploatabilnih. Njihova debljina kreće se između 1,30—3,50 m.

CIGLENA. Nalazi se cca 3 km južno od pogona Mišulinovac, a povezan je lošim seoskim putem (oko 5,5 km) sa selom Prespa, koje je udaljeno od Bjelovara cca 7 km po glavnoj cesti Bjelovar—Grubišno Polje.

ŠANDROVEC. Nalazi se cca 4 km jugozapadno od željezničke postaje Šandrovec, a cca 3 km istočno od pogona Mišulinovac.

Rudarski radovi, manje više istražnog karaktera, utvrdili su postojanje ugljenog sloja debljine do 4 m.

TRNOVKA. Nalazi se oko 12 km sjeverno od Bjelovara, kod naselja Lipovo Brdo, a vezan je slabim seoskim putem (oko 2 km) s glavnom cestom Bjelovar-Đurđevac.

KAPELA. Nalazi se cca 11 km sjeverno od Bjelovara u blizini sela Kapela. U prošloj godini otpočeti su na ovom lokalitetu rudarski radovi, više-manje istražnog karaktera, pa je jednim potkopom otvoren ugljeni sloj debljine 1,25 m. Sloj je čist i bez jalovih primjesa.

JAVOROVAC. Nalazi se oko 6 km jugozapadno od Novigrada. U području, koje leži južno od sela Javorovac (između lokaliteta Komarnica i Dolnje Zdelice) izbušeno je 1947. godine 16 bušotina dubine od 7 do 108 m. Većina plitkih bušotina (do 17 m) nije nabušila ugljene slojeve, vjerojatno zbog toga jer su bile preplitke, dok su gotovo sve dublje bušotine (8) konstatirale eksploatabilne slojeve.

PITOMAČA. Aktivan pogon na sjevernim padinama Bilogore. Udaljen je cca 8 km jugozapadno od željezničke stanice Pitomača (pruga Koprivnica—Osijek) s kojom je povezan uskotračnom industrijskom prugom. Ugljeni slojevi uloženi su u glinenim laporima i pijescima iznad kojih često dolaze belvederski šljunci. Starost je gornjo-pliocenska (Rhomboidea horizonst).

KOZAREVAC. Nalazi se cca 4 km sjeverozapadno od rudnika Pitomača. Ranijim manjim radovima utvrđeno je postojanje 1 eksploatabilnog sloja debljine 2,00 m.

RIJENCI. U okolici Voćina javljaju se slojevi lignita, koji su istočni nastavak slojeva iz područja Pitomače.

KLETIŠTE. Nalazi se sjeverozapadno od Kutine. Poznata su 3 sloja lignita. Krovni debljine 1,40 m, srednji debljine 2,00—3,00 m i podinski debljine 1,00 m.

VUKOVJE. Nalazi se cca 6 km sjeveroistočno od Kutine. Prije 2 godine otpočeto je otvaranje pogona na sloju lignita debljine 1,50—1,80 m.

GOJLO. Nalazi se cca 4 km sjeveroistočno od Kutine. Tektonskim djelovanjem ovdje je formirana manja sinklinala. Na sjevernom krilu sinklinale na eksploataciji uglja radi pogon Vukovje, a na južnom pogon Gojlo. Oba su pogona potkopima otvorila isti sloj.

PAKLENICA. Nalazi se sjeverozapadno od Kutine. Rudarskim radovima otvoren je nedavno sloj lignita debljine cca 1,20 m.

UKUPNE REZERVE UGLJA BILOGORSKO–PODRAVSKOG PODRUČJA

Zbog općenito velike neistraženosti nalazišta, koje je karakteristično time da se u većini slučajeva radi o slojevima manje debljine, te da se ne može očekivati da bi oni bili ravnomjerno razvijeni na čitavom području (koje zaprema cca 2500 km²), u bilanci rezervi uglja FNRJ zalihe ovog područja procijenjene su sa cca 1.120,000.000 t, odnosno sa nešto manje od 0,5 t/m². Ove su zalihe (u 1000 t) raspoređene:

Lokalitet	Geološke rezerve	Rezerve van bilance	Bilančne rezerve			
			Ukupno	A	B	C
Žibrinovec	1.000	400	600	10	20	570
Vojak. Kloštar	3.500	400	3.100	40	60	3.000
Lepavina	7.500	500	7.000	40	360	6.600
Koprivnički Bregi	16.000	3.000	13.000	200	2.300	10.500
Mišulinovac	9.000	4.000	5.000	200	600	4.200
Ciglena	3.000	1.000	2.000	40	260	1.700
Šandrovec	3.000	300	2.700	20	280	2.400
Trnovka	1.000	400	600	10	90	500
Javorovac	12.000	7.000	5.000	—	1.000	4.000
Pitomača	2.000	750	1.250	30	120	1.100
Kletište	7.000	3.000	4.000	—	500	3.500
Vukovje	1.500	500	1.000	20	80	900
Ostali lokaliteti	1,053.500	768.750	284.750	—	—	284.780
Ukupno	1,120.000	790.000	330.000	610	5.670	323.720

Nalazišta lignita na području Posavine

Posavsko ugljenonosno područje ograničeno je (približno) sa sjeverne strane linijom, koja ide od Banove Jaruge uzduž rječice Pakre, zatim po južnim padinama Psunja, Babje Gore i Dilj Gore do Slavonskog Broda, a s jugozapadne strane željezničkom prugom Novska—Slavonski Brod. Istočno od Slavonskog Broda ugljenonosna formacija zapada pod diluvialne naslage slavonske ravnice. Prema tome radi se o pojavi dugačkoj nešto preko 100 km, a širokoj 3—7 km, odnosno površini približne veličine 500 km^2.

Dosadašnjim rudarskim radovima i bušenjima ispitan je samo manji dio ove ugljenonosne formacije, pa je konstatirano da je razvijeno više eksploatabilnih slojeva lignita razne debljine, a da neki slojevi imaju moćnost i do 5 m. Kako se radi o velikoj površini na kojoj je razvijena ugljenonosna formacija, proizlazi da su na ovom području akumulirane relativno velike rezerve ugljena, no zbog spomenute karakteristike popratnih naslaga pretežan dio tih rezervi ne dolazi u obzir za eksploataciju, pa je time njihova ekonomska vrijednost znatno smanjena. Kvalitet uglja s ovoga područja slabiji je nego na drugim našim nalazištima lignita, jer sadrži vrlo visok postotak vlage, pa je i to jedan od razloga da se do sada tamo nije mogla razviti veća rudarska djelatnost.

Lokaliteti:

TOMICE — KORDUŠEVCI. Nalazi se cca 4 km sjeverno od Slavonskog Broda.
Istočno od sela Tomica ugljenonosne naslage tvore blago zasvođenu antiklinalu, koja ima pružanje zapad-istok. Oba su krila dokazana rudarskim radovima.
Ustanovljen je 1 sloj lignita, koji je uložen u žute i sive gline donjo-paludinskih naslaga.

BRODSKA VAROŠ. Staro istražno okno »CORNELIUS«, kojim je na dubini cca 6 m bio presječen ugljeni sloj debljine 2,10 m, nalazi se oko 1250 m udaljeno od ceste.

GROMAČNIK. Leži cca 4 km zapadno od Slavonskog Broda. Istražnim radovima iz god. 1870. ustanovljen je sloj lignita debljine 2,50 m. Starost sloja je srednje-paludinska, pružanje zapad-istok, a upadanje prema jugu pod kutom 30°.
Novija istražna bušenja nisu vršena, pa i za ovo nalazište manjkaju potrebni podaci za točniju procjenu rezervi.

BARTOLOVCI. Oko 3 km zapadnije od Gromačnika na padinama uzvisine Vis u dolini potoka, poznati su izdanci lignitnog sloja srednje-paludinske starosti. Pouzdanih i detaljnijih podataka u ovom lokalitetu nema.

SIBINJ. U okolini Sibinja postoji nekoliko lokaliteta na kojima su utvrđeni slojevi lignita. Kvalitet nije poznat.

STUPNIK. Nekadašnji istražni radovi vršeni su na slojevima lignita donjo-paludinske starosti, a nalaze se istočno i zapadno od kote 203.
Krovne i podinske naslage lignita su pjeskovite gline.

KUJNIK — MALINO. Istočno od Stupnika, u području potoka Kujnik i potoka Malino, svojevremeno je vršena eksploatacija u manjim razmjerima, no podataka o ugljenim slojevima i drugim karakteristikama nalazište nema.

ORIOVAC. Ustanovljen je ugljeni sloj debljine 3,80 m (donjo-paludinske starosti) sa uloškom crne gline debljine 0,40 m.

DONJI LIPOVAC. Leži cca 4 km sjeverno od željezničke stanice Nova Kapela. Nedavno je otpočeto otvaranje slojeva na ovom lokalitetu.

STARO PETROVO SELO — ADŽAMOVCI. Na cijelom ovom području razvijene su donjo-paludinske naslage sa slojevima lignita. Pružanje naslaga generalno od zapada prema istoku, upadanje prema jugu pod kutom 25—30°.
Prije rata vršena je eksploatacija u Adžamovcima. Prema nekim podacima ukupna debljina slojeva iznosila je 5—7 m.

REŠETARI. Nalazi se 3 km istočno od Nove Gradiške. Rudarskim radovima, koji se sada tamo izvode, utvrđena su do sada 2 ugljena sloja.

NOVA GRADIŠKA. Rudarski radovi poznati već u 1870. god. Ustanovljeni su slojevi lignita donjo-paludinske i srednje-paludinske starosti.
Smjer pružanja slojeva: zapad-istok, sa padom prema jugu pod kutom 40—45°.
Rudarskim radovima je dokazano 10 ugljenih slojeva.

KOVAČEVAC. Nalazi se cca 2 km sjeverozapadno od Nove Gradiške. Na ovom nalazištu postoji pogon koji je otvorio 2 sloja lignita, svaki debljine oko 1,50 m.

LAĐEVAC. Leži cca 4 km zapadno od Okučana. Rudarski radovi vršeni su od 1925. do 1930. god. Prema raspoloživim podacima ovi su radovi utvrdili postojanje ugljenog sloja debljine cca 3 m. Međutim, detaljnijih i pouzdanijih podataka o tome nema.

RAJIĆ — NOVSKA. Na području Novske poznato je 11 ugljenih slojeva, kojima debljina varira između 0,50 i 1,50 m.
Na području Rajić poznato je nekoliko izdanaka lignitskih slojeva.

JANJA LIPA. Leži cca 7 km istočno od Banove Jaruge i cca 2 km južno od sela Poljana u dolini rijeke Pakre. Prilikom bušenja na naftu ustavljen je lignitni sloj donje-paludinske starosti. Debljina sloja iznosila je cca 7 m.

UKUPNE REZERVE UGLJA POSAVSKOG PODRUČJA

Prilikom obračunavanja rezervi uglja za FNRJ (u 1954. god.) uzeta je za čitavo područje prosječna ugljenonosnost samo sa cca 1,4 t/m^2, pa su rezerve lignita posavskog ugljena basena procijenjene sa 710 miliona tona. Imajući u vidu da se prema dubini javljaju znatni jamski pritisci, koji onemogućavaju rentabilnu eksploataciju i debljih slojeva, procijenjeno je da bilančne rezerve iznose samo oko 18% od ukupnih rezervi.

Procijenjene rezerve uglja raspoređene su (u 1000 t):

Lokalitet	Geološke rezerve	Rezerve van bilance	Bilančne rezerve			
			Ukupno	A	B	C
Donji Lipovec	2.000	1.000	1.000	20	180	800
Rešetari	6.000	2.000	4.000	50	450	3.500
Kovačevac	4.000	2.000	3.000	50	350	1.609
Lađevac	3.000	1.000	2.000	30	170	1.800
Ostali lokaliteti	695.000	574.000	121.000	—	—	121.000
Ukupno	710.000	580.000	130.000	150	1.150	128.700

Nalazišta lignita na Pokupsko-Vukomeričkom području

Mlađe terciarne (donjo-paludinske) tvorevine, u kojima nastupaju slojevi lignita, razvijene su na najvećem dijelu područja kojeg opasuju rijeka Kupa s juga, željeznička pruga Zagreb—Sisak sa sjeveroistoka i Žumberak sa zapada. Prema tome radi se o ugljenonosnom području koje se prostire na površini od nekoliko stotina km².

Prema raspoloživim podacima slojevi lignita poznati su na slijedećim lokalitetima:

BURDELJ ŠUMA. Nalazi se cca 9 km zapadno od željezničke stanice Lekenik. Na osnovu istražnih radova, vršenih 1870. god. i 1873. god. na ovom je lokalitetu bilo podjeljeno 5 dvostrukih rudarskih polja.

KRAVARSKO. Nalazi se cca 4 km sjeverozapadnije od Burdelj Šume. U 1939. su bila i na ovom lokalitetu podijeljena 2 rudna polja. Eksploatacija manjih razmjera vršena je do god. 1942.

Prema raspoloživim podacima rađeno je na ugljenom sloju koji se sastojao od gornje ploče debljine 1 m, i donje ploče debljine 2 m. Između ugljenih ploča nalazio se jalovi umetak debljine do 50 cm.

Eksploatacione prilike su bile prilično povoljne. Dotok vode malen, a nagib slojeva umjeren.

PETROVINA — KRAŠIĆ. Ovo područje leži zapadno od željezničke pruge Karlovac—Zagreb i strogo uzeto geografski ne pripada Pokupsko-Vukomeričkom području, ali se obrađuje skupa s ovim, jer se na njega nadovezuje.

Nekadašnji rudarski radovi vršeni su južno od sela Breznica (u Županjskom jarku i Jazbini) i južno od sela Petrovina, dok su kod Krašića vršena istražna bušenja.

REZERVE UGLJA

U bilansu rezervi uglja za FNRJ na osnovu raspoloživih (iako oskudnih) podataka rezerve uglja za čitavo ovo područje procjenjene su sa 455 milijuna tona, a raspoređene su (u 1000 t) kako slijedi:

Lokalitet	Geološke rezerve	Rezerve van bilanse	Bilančne rezerve			
			Ukupno	A	B	C
Pokupsko-Vukomeričko područje	455.000	335.000	120.000	—	—	120.000

Nalazišta lignita Banije i Korduna

Na području Banije i Korduna razvijene su donjo-pliocenske i gornjo-miocenske tvorevine na prostranstvu koje zaprema cca 200 km². Ove su tvorevine nosilac slojeva lignita. U cjelini uzeto radi se o području najvećim dijelom još neistraženom, pa nije moguće o njihovoj rudarskoj vrijednosti dati konačnu ocjenu.

Lokaliteti:

ABES. Nalazi se cca 7 km sjeverno od Vrgin Mosta. Ovo je nalazište, prema svemu, nastavak pojava uglja s lijeve strane rijeke Kupe (u Vukomeričkim Goricama). U 1939. vršeni su manji rudarski radovi, a 1940. vršena su i istraživanja dubokim bušenjem.

TOPUSKO. Nalazi se cca 5 km jugoistočno od željezničke stanice Topusko-Toplice, a u neposrednoj blizini bivše topionice željeza Topusko.

Na ovom se nalazištu eksploatacija (manjih razmjera) vršila još prije rata za potrebe topionice i lokalne potrebe.

DODOŠI—TREMUŠNJAK. Nalazi se cca 5,5 km jugoistočno od željezničke stanice Krajiški Grabovac (na pruzi Glina—Petrinja), a vezan je cestom s željezničkom stanicom Kraljevčani, koja leži cca 2 km sjevernije. Iza prvog svjetskog rata na ovom je lokalitetu vršena eksploatacija. Tadašnji rudnik bio je povezan visećom žičarom sa željezničkom stanicom Krajiški Grabovac.

SALOPEK LUKA. Donjo-pliocenske tvorevine razvijene su istočno od Slunja. Ove naslage u tom području pokrivaju površinu od cca 10 km² i protežu se dalje prema istoku, pa su u Bosni razvijene na većoj površini nego na hrvatskoj strani.

Zbog velike udaljenosti od željezničke pruge, i privredne zaostalosti slunjskog kraja, ovo je nalazište ostalo do danas potpuno neistraženo.

Ukupne rezerve lignita Banije i Korduna (u 1000 t):

Lokalitet	Geološke rezerve	Rezerve van bilance	Bilančne rezerve			
			Ukupno	A	B	C
Abes	800	—	800	10	340	450
Topusko	1.200	—	1.200	70	330	800
Dodoši-Tremušnjak	4.000	3.000	1.000	—	200	800
Ukupno	6.000	3.000	3.000	80	870	2.050

Nalazišta lignita na području Dalmacije

U Dalmaciji postoje dva područja na kojima su razvijene naslage u kojima se javljaju slojevi lignita. Jedno je u okolini Sinja, a drugo je na otoku Pagu.

Po geološkoj starosti obje pojave pripadaju gornjem pliocenu. Pojave u okolini Sinja imaju daleko veće gospodarsko značenje od pojava na otoku Pagu, jer danas jedino one predstavljaju eksploatabilne rezerve lignita u Dalmaciji. Na ovom području ima nekoliko lokaliteta i to:

RUDUŠA. Nalazi se s južne strane Sinja a u neposrednoj blizini grada. Rudarski radovi na ovom lokalitetu vrše se u manjim razmjerima gotovo neprekidno od god. 1920.

TURNJACI — KOŠUTE. Nalaze se 6—7 km istočno od Sinja. Izdanci ugljenih slojeva izbijaju na površinu u blizini kredne formacije i lagano upadaju pod aluvialne naslage Sinjskog polja.
Između 2 rata vršena je eksploatacija u manjim razmjerima, a prestala je zbog poteškoća u radu (veliki dotoci vode u kišnom periodu), kao i transportnih poteškoća.

LUČANE. Nalazi se cca 6 km jugozapadno od Sinja. Pliocenske naslage u ovom području razvijene su na manjoj površini, u obliku duguljaste i uske sinklinale. Razvijena su 2 ugljena sloja, svaki debljine cca 2 m, a odjeljeni su jalovim uloškom debljine cca 1 m. Poznat je jedan poprečni rasjed.

KOLANE. Nalazi se na otoku Pagu. Svojevremeno je vršena eksploatacija i najvrijednije su količine već iskorištene.

Ukupne rezerve lignita u Dalmaciji

Lokalitet	Geološke rezerve	Rezerve van bilance	Bilančne rezerve			
			Ukupno	A	B	C
Ruduša	8.000	2.000	6.000	100	5.900	—
Lučane	200	50	150	—	50	100
Ukupno	8.200	2.500	6.150	100	5.950	100

Rekapitulacija svih vrsti uglja u NRH (u 1000 t)

Područje	Geološke rezerve	Rezerve van bilance	Bilančne rezerve			
			Ukupno	A	B	C
Kameni						
Istra	41.000	3.700	37.300	4.065	5.360	27.875
Mrki						
Dalmacija	5.550	4.000	1.550	170	1.080	300
Hrv. Zagorje	350.000	324.000	25.500	470	3.070	21.960
Slavonija	1.850	—	1.850	—	850	1.000
Međimurje	60.000	45.000	15.000	250	450	14.300
	417.400	373.000	43.900	890	5.450	37.560
Lignit						
Konjščinsko	550.000	415.000	135.000	1.500	33.500	100.000
Ivanec-Varaždin	440.000	310.000	130.000	800	10.750	118.450
Ludbreg-Koprivnica	15.000	12.000	3.000	40	460	2.500
Bilogorsko podravsko	1,120.000	790.000	330.000	610	5.670	323.720
Posavsko	710.000	580.000	130.000	150	1.150	128.700
Pokupsko-Vukomeričko	455.000	335.000	120.000	—	—	120.000
Kordunsko-Banijsko	6.000	3.000	3.000	80	870	2.050
Dalmacija	8.200	2.050	6.150	100	5.950	100
Ukupno	3,304.200	2,447.050	857.150	3.280	58.350	795.520

NAFTA I PLIN

Općenito

Nastojanja da se u našoj zemlji dođe do količine nafte, koje se s uspjehom mogu eksploatirati, sežu u prošlo stoljeće. Teritorij NR Hrvatske spada među zemlje, gdje se već vrlo rano počelo s istraživanjem i dobivanjem nafte.
Sa stanovišta geologije nafte, područja NRH možemo podijeliti na dva osnova područja:

I. područje mladih tercijarnih basena ili područje Panonskog basena, i
II. područje starijih mezozoiskih i paleozoiskih basena ili područja ubranih dinarida.

PODRUČJE PANONSKOG BASENA

Područje Panonskog basena zahvaća sjeverne i sjeveroistočne dijelove NRH. Basen je ispunjen tercijarnim sedimentima čija debljina doseže mjestimično i preko 3000 m. Tektonika je blaga, a strukture su formirane uz rubove starih kristalinskih masa, čije je pružanje uglavnom dinarskog smjera.
Na bazi regionalnih odnosa možemo cijeli Panonski basen na teritoriju NRH podijeliti u pet geološko-tektonskih jedinica i to: Baranja, Dravski pojas, Međupojas Save i Drave, Savski pojas i Pokuplje.

PODRUČJE UBRANIH DINARIDA

Pod Dinaridima smatramo široku zonu ubranih vijenaca, smjer protezanja NW — SO od jugoslavensko-talijanske granice, preko Istre, Gorskog kotara, Hrvatskog Primorja, Like, Zapadne i Centralne Bosne, Dalmacije i Crne Gore. Ova prostrana zona pretežno je izgrađena od mezozojskih naslaga, manje paleozojskih, a tek mjestimično dolaze tercijarne naslage, koje su istaložene u zalivima mora ili izoliranim tercijarnim slatkovodnim basenima.
Dinaride možemo podijeliti u dva pojasa:

POJAS VISOKOG KRŠA sa veoma živom tektonikom, borano naleglim borama, rasjedima i rjeđe navlakama. Ovaj pojas zahvaća istočnije partije Dinarida, ali se na više mjesta pojavljuje direktno na obali mora.

POJAS JADRANSKOG PREDGORJA je teren relativno mirne tektonike, koja nije svuda djelovala istom jačinom, ali je u pravilu blaža od prije spomenute.
Jadransko predgorje dade se raščlaniti na slijedeće geološko-tektonske samostalne jedinice: Istra, Ravni kotari, Područje Šibenik—Split, Područje Imotski—Metković—Dubrovnik i otoci Jadranskog mora.

Nalazišta nafte

Zasad imamo 6 poznatih naftnih ležišta i to Gojlo, Mramor Brdo, Bunjani, Šumećani, Ivanić Kloštar i Dugo Selo.

GOJLO

Nafta je pronađena god. 1941. i iste se godine započelo sa proizvodnjom nafte. Polje je potpunoma izbušeno, od 78 izbušenih bušotina 53 je bilo pozitivnih od kojih 43 naftne i 10 plinskih. Nafta nastupa u dva horizonta u abichi slojevima. Dubina zalijeganja tih horizonata je između 600 i 700 m.

MRAMOR BRDO

Nafta je pronađena prvom bušotinom izbušenom godine 1949. i iste godine stavljeno je polje u proizvodnju. Produktivna su tri horizonta, od kojih dva u abichi i 1 u prevalencijenezijskim slojevima. Dubina zalijeganja tih horizonata je između 950 i 1500 m.
Pretežni dio proizvodnje dobiva se eruptivnim putem, a manji dio pumpanjem.

ŠUMEČANI

Zauzimaju središnji dio gravimetrijske strukture Križ Šumećani. Polje je pronađeno godine 1948. kada je izbušena prva bušotina Kr. 1. Sa proizvodnjom se započelo godine 1949. Nafta nastupa u miocenu odnosno oligocenu. Dubina zalijeganja naftnih horizonata je između 600 i 700 m.

BUNJANI

Prateći strukturu Križ—Šumečani prema istoku, otkriveno je godine 1951. novo polje Bunjani, koje je u proizvodnju stavljeno godine 1953.

Proizvodnja Bunjana dobiva se pumpanjem. Otprema nafte vrši se naftovodom ⌀ 6″ do Ivanečkog Graberja, a dalje željezničkim cisternama na preradu.

IVANIĆ KLOŠTAR

Polje Ivanić Kloštar nalazi se kao i Šumečani i Bunjani na gravimetrijskoj strukturi Križ—Šumečani, i to na njegovoj zapadnoj strani. To je zasad naše najveće produktivno polje i od najistočnije do najzapadnije bušotine ima oko 14 km udaljenosti.

Prva bušotina izbušena je godine 1952. Polje je stavljeno u proizvodnju godine 1954.

DUGO SELO

Nafta nastupa u abichi slojevima, dubina zalijeganja naftnih horizonata je između 1000 i 1250 m.
Bušotina Gl 3 izbušena na toj strkturi, a na kojoj je vršena probna proizvodnja, daje oko 15 tona nafte dnevno eruptivnim putem.

Pored gore nabrojenih polja na teritoriju NRH nalaze se još i naftna polja Selnice i Peklenica, koje eksploatira poduzeće Donja Lendava.

Nalazišta zemnog plina

Zemni plin se nalazi u prirodnim ležištima, koja s obzirom na karakteristiku ležišta možemo podijeliti u dvije grupe i to: zemni plin iz plinskih ležišta i zemni plin iz naftinih ležišta.

Plinska ležišta su svi propusni horizonti, koji sadrže u sebi čisti metan ili metan pomiješan sa drugim ugljikovodicima, koji su kod normalnih uvjeta u plinovitom stanju.

Naftna ležišta su svi propusni horizonti, koji sadrže u sebi naftu u zajednici sa plinom i vodom. Nafte mora biti u ležištu toliko, da s ekonomske točke gledišta bude osnovni proizvod iz ležišta, t. j. eksploatacija plina iz takvog ležišta mora biti podvrgnuta zakonima eksploatacije nafte.

Plin iz plinskih ležišta

Sva plinska ležišta nalaze se na potezu Zagreb—Novska, na sjevernom obodu Savske potoline. Idući od istoka prema zapadu imamo slijedeća plinska ležišta:

Janja Lipa,
Gojlo,
Ivanić Kloštar,
Dugo Selo.

JANJA LIPA

Plinsko polje Janja Lipa otkriveno je godine 1942., kada su na bušotini Janja Lipa br. 1 nabušena 4 plinska horizonta u pijescima abichi slojeva.

Pritisak plina u ležištu iznosi 72 atp.

Sa proizvodnjom plina moći će se tek započeti, kada se izgradi plinovod Janja Lipa — Popovača — Zagreb sa odvojkom Popovača—Sisak. Projekt plinovoda je izrađen i sa gradnjom se započelo, ne u cijeloj dužini, nego u etapama. Plinovod Ivanić Kloštar — Zagreb, koji je predan upotrebi 22. XII. 1955. prva je etapa tog plinovoda.

GOJLO

Gojlo je otkriveno kao plinsko polje godine 1931. i odmah je predano u proizvodnju. Plin je služio za proizvodnju čađe, kao pogonsko sredstvo u lokalnoj industriji u Kutini, za kućne potrebe grada Kutine i za palenje vapna u vapnari u Kutini, komprimiran na 15 atp za osvjetljenje na željeznici i komprimiran na 200 atp za pogon motornih vozila.

IVANIĆ KLOŠTAR I DUGO SELO

Plinska ležišta Ivanić Kloštar i Dugo Selo otkrivena su prilikom bušenja na naftu i to u Ivanić Kloštru dva plinska horizonta na granici rhomboidea i abichi slojeva, a u Dugom Selu jedan sloj u abichi slojevima.

Dugo Selo još nije u proizvodnji niti zato ima mogućnosti, dok se ne dovrši plinovod Janja Lipa — Zagreb i ne izvrši spoj ležišta Dugo Selo sa tim plinovodom.

U Ivanić Kloštru priključena je jedina bušotina na plinovodnu mrežu kaptažnog plina, koja je spojena sa izrađenom dionicom plinovoda od Ivanić Grada do Zagreba i kojim će se u prvoj fazi iskorištenja naših plinskih nalazišta snabdijevati grad Zagreb zemnim plinom.

Plin iz naftnih ležišta

Plin iz naftnih ležišta dobiva se zajedno sa proizvodnjom nafte, te se obzirom na količine, koje se nalaze u ležištu, kao i kapacitet koji možemo dobiti iz jednog naftnog ležišta, bitno razlikuje od jednog plinskog polja.

U kakvom se stanju plin nalazi u nafti ovisno je o karakteristici nafte i plina kao i slojnom tlaku i temperaturi.

Sva naša poznata naftna ležišta spadaju u tip ležišta sa otopljenim plinom.
Budući da je plin ustvari pokretačka sila za izbacivanje nafte, to igra važnu ulogu kod eksploatacije nafte. Način eksploatacije plina iz naftnih polja usko je povezan sa eksploatacijom nafte, tako da se reguliranje kapa-

citeta proizvodnje plina iz naftnih polja praktički može vršiti samo u granicama, koje dozvoljava eksploatacija nafte.

Odnos proizvedene nafte i plina nazivamo plinski faktor i on nije jednak u različnim fazama eksploatacije.
Za plinsku privredu interesantna su naftna ležišta *Mramor Brdo, Ivanić Kloštar i Dugo selo.*

Plin koji se sada dobiva na Mramor Brdu prerađuje se na degazolinaži, gdje se iz njega vadi mješavina propan-butan i gazolin, a preostali suhi plin se djelomično vraća u ležište, radi očuvanja slojne energije, a djelomično spaljuje, jer za njega nema konzumenta. Plin iz naftnog ležišta Ivanić Kloštar već se djelomično iskorišćuje za snabdijevanje grada Zagreba, a višak koji Zagreb ne može da primi, pušta se u zrak.

Plin iz naftnog ležišta Dugo Selo će se također u prvoj fazi proizvodnje nafte puštati u zrak, dok se ne izvrši spoj sa plinovodom Janja Lipa — Zagreb, odnosno dok se ne osiguraju konzumenti.

Rezerva sirove nafte

sa stanjem 30. IX. 1955 u tonama

A rezerve (utvrđeno)	cca	3,000.000
B rezerve (vjerojatno)	cca	400.000
C rezerve (vjerojatno)	cca	715.000

Rezerva plina

na 30. IX. 1955. u milijunima Nm^3

	A (utvrđene)	B (vjerojatne)	C (moguće)
Iz plinskih ležišta	360	290	28
Iz naftnih ležišta	700		

IZBOR IZOLATORA ZA JADRANSKI DALEKOVOD

Prof. Dr. Ing. Božidar Stefanini, Elektrotehnički Fakultet, Zagreb **621.315.622.04**

Prikazani su rezultati razmatranja o izboru izolatora za jedan dalekovod 220 kV, koja se mogu primijeniti i na ostale slične vodove u Jugoslaviji. Predlažu se kapasti porculanski izolatori, jer im je fabrikacija uvedena u zemlji i jer zadovoljavaju toliko da ne bi trebalo tražiti drugih rješenja. Ipak se predlaže i opremanje jedne dionice sa staklenim kapastima izolatorima radi ispitivanja. Dani su tehnički podaci za izolatorske lance u pogledu ovoja članaka i zaštitnog pribora.

UVOD

Danas se nalazimo u fazi izgradnje naših prvih dalekovoda s naponom 220 kV. Problemi koje s tim u vezi treba riješiti su mnogobrojni. Treba ih rješavati koristeći iskustva onih zemalja, koja su u tome vremenski pred nama, ali isto tako moramo uzeti u račun i specifične prilike kakve su kod nas.

Jedan od takvih problema jest izbor izolacije voda. Tu dolazi u obzir izbor tipa izolatora, izbor njegove veličine te konačno izbor broja članaka u izolatorskom lancu. Kod nas nemamo direktnog iskustva s vodovima 220 kV, ali imamo dovoljno iskustva s vodovima 110 kV. Oslanjajući se na to, a i na iskustva drugih zemalja možemo pristupiti tome problemu. Zbog važnosti i interesantnosti, potrebno je da se problem malo šire zahvati. Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske naručila je zato izradu studije o tom pitanju, a u okviru ostalih studijskih radova za dalekovod Split—Senj—Zagreb, kod Instituta za elektroprivredu u Zagrebu.

Jadranski dalekovod, o kojem se u ovoj studiji konkretno radi, bit će građen za napon 220 kV i sačinjavat će dio mreže s kruto uzemljenim zvjezdištem. To je osnova za električno dimenzioniranje izolacije. Za mehaničko dimenzioniranje uzeti su u obzir slijedeći presjeci vodiča po fazi:

a) dvostruki snop 2 × 185/32 mm^2 alučel,
b) dvostruki snop 2 × 240/40 mm^2 alučel,
c) jednostruki vodič 360/57 mm^2 alučel,
d) jednostruki vodič 524/68 mm^2 alučel.

Maksimalno naprezanje je za sve vodiče predviđeno sa 9 kg/mm^2.

IZBOR IZVEDBE IZOLATORA

Ovdje dolaze u obzir jedino ovjesni izolatori, jer se samo oni danas upotrebljavaju za vodove najvišeg napona. Od pojedinih izolatorskih članaka sastavlja se izolatorski lanac. Broj izolatora u lancu ovisi o odabranom nivou izolacije i o veličini pojedinih izolatorskih članaka.

Zahtjevi, koji se stavljaju na izolatore, odnosno na izolatorske lance, jesu ovi:

a) električna čvrstoća na preskok,
b) električna čvrstoća na proboj,
c) mehanička čvrstoća,
d) otpornost na atmosferske utjecaje,
e) otpornost na promjene temperature,
f) postojanost svojstva, odnosno trajnost,
g) sigurnost lanca od prekida,
h) laka proizvodnja i mala cijena,
i) lako uzdržavanje u pogonu.

Materijali, koji se danas upotrebljavaju za izolatore vodova najvišeg napona, jesu:

a) elektroporculan,
b) kaljeno staklo.

Izvedbe izolatora koji se danas upotrebljavaju za vodove najvišeg napona, jesu ove:

a) kapasti izolatori i magleni kapasti izolatori,
b) masivni izolatori,
c) štapni izolatori i magleni štapni izolatori.

Kapasti izolatori se danas proizvode od elektro-porculana i od stakla, dok se masivni i štapni izolatori proizvode zasada samo od elektroporculana.

Ako se analiziraju svojstva pojedinih izvedaba izolatora, dolazi se do zaključka da neke izvedbe bolje udo-

voljavaju jednim zahtjevima, dok druge izvedbe bolje udovoljavaju drugim od prije postavljenih zahtjeva. Kako pojedine izvedbe udovoljavaju postavljenim zahtjevima prikazano je u tablici I. Prednost pojedine izvedbe u pogledu dotičnog zahtjeva prikazana je znakom »+«, mana znakom »—«, a ako je zahtjevu osrednje udovoljeno znakom »O«. Pri dnu je načinjena suma ovako grubo prikazanih svojstava za svaku izvedbu izolatora.

Prema rezultatu dobivenom u tablici I. izlazi, da najveće prednosti imaju stakleni izolatori, zatim dolaze porculanski kapasti izolatori i na kraju masivni i štapni izolatori. No odlučni zaključak ipak iz ovoga ne smijemo izvući. Prvi razlog tome jest, što su prednosti i mane na previše grubi način unesene u tablicu, pa rezultat ne smijemo smatrati značajnim. Drugi razlog jest, što ne smijemo gledati samo na zadnji sumarni redak u tablici, nego i na to kako pojedini izolatori udovoljavaju pojedinim zahtjevima, pa će baš prema specifičnim zahtjevima u konkretnom slučaju ovisiti koja izvedba izolatora ima prednost. To nam je ujedno objašnjenje zašto se sve ove izvedbe danas u svjetskoj praksi primjenjuju.

Svojstva izolatora Tablica I.

Svojstvo	Porculan					Staklo	
	K	K-magl.	Masiv.	Štap.	Š-magl.	K	K-magl
El. čvrstoća na preskok	0	+	0	0	+	0	+
El. čvrstoća na proboj	—	—	+	+	+	—	—
Mehanička čvrstoća	+	+	—	—	—	+	+
Otpornost na atmosf. utj.	0	0	0	0	0	0	0
Otpornost na promj. temp.	0	0	0	0	0	0	0
Postojanost (trajnost)	0	0	0	0	0	0	0
Sigurnost lanca od prek.	+	+	—	—	—	+	+
Laka proizvodnja (cijena)	0	—	0	0	—	0	—
Lako uzdržavanje u pogonu	—	—	0	0	0	0	0
Rezultat	0	0	—	—	—	+	+

+ znači »prednost« O znači »osrednje« – znači »mana«

Umjesto na izbor tipa izolatora bolje je položiti veću važnost na kvalitetu, pa makar kvalitetni izolatori bili i prilično skuplji. Izolatori naime čine razmjerno mali dio od ukupne cijene voda pa štednja baš na tom mjestu ne će mnogo smanjiti ukupnu investiciju, a pri tome možemo znatno smanjiti vrijednost voda u njegovoj ulozi, koju ima u mreži. Zbog toga se može reći, da ne treba štediti na investiciji za izolatore na vodu, ako time makar i malo povećamo sigurnost pogona.

MEHANIČKO DIMENZIONIRANJE IZOLATORA

Kod mehaničkog dimenzioniranja razlikujemo dimenzioniranje nosnih i dimenzioniranje zateznih izolatora, jer se njihova mehanička funkcija bitno međusobno razlikuje. Kod nas ne postoje propisi za vodove iznad 110 kV pa smo u tom pogledu slobodni, da radimo prema uobičajenoj tehničkoj praksi.

Kod nas je prije bila uvedena praksa prema njemačkim propisima, pa su tako sastavljeni i naši Privremeni propisi za vodove do 110 kV. Danas su, međutim, i njemački propisi za mehaničko dimenzioniranje izolatora u preradi, pri čemu je bitno da se napušta pojam trajne čvrstoće. Za sadašnje naše prilike čini se najprikladnije, da se kao osnova za mehaničko dimenzioniranje uzme stanovište sekretarijata Tehničkog odbora 11. Jugoslavenske elektrotehničke komisije, koji je izradio novi prijedlog propisa za gradnju vodova.

Prema tom prijedlogu kapasti izolatori se dimenzioniraju s obzirom na elektromehaničku čvrstoću s faktorom sigurnosti 3, a masivni i štapni izolatori s obzirom na minimalnu prekidnu čvrstoću opet s faktorom sigurnosti 3. Kao računsko opterećenje uzima se kod nosnih izolatora težina vodiča sa dodatnim teretom, a kod zateznih izolatora umnožak presjeka i maksimalnog radnog naprezanja.

Mehanička svojstva nekih tipova izolatora, koji dolaze u obzir za vodove najvišeg napona dana su u tablici II. Tu je uzet u obzir kapasti izolator prema prijedlogu JUS (koji je nedavno izrađen) te kapasti, masivni i štapni izolatori prema njemačkim DIN-normama.

Mehaničke karakteristike izolatora
(koji dolaze u obzir za 220 kV) Tablica II.

Standard	Tip izolatora	Minimalni prekidni teret	Elektro — mehanička čvrstoća
JUS (Prijedlog)	K	—	6,4 t
DIN	K 170/280	—	8,0 t
DIN	VK 75/2	8,0 t	—
DIN	VK 85/2	9,6 t	—
DIN	VKL 75/14	8,0 t	—
DIN	VKL 85/14	9,6 t	—

Nosni izolatorski lanci

Ako prema gornjem kriteriju i mehaničkim karakteristikama izolatora izračunamo koliki gravitacioni raspon mogu pojedine izvedbe izolatora podnijeti, dobit ćemo podatke koji su svrstani u tablice III. do V. U svakoj tablici uzet je drugačiji iznos za dodatni teret.

Najveće moguće dužine gravitacionog raspona za 1,0 × led Tablica III.

Tip izolatora	Vodiči alučel			
	2x185/32	2x240/40	360/37	524/68
JUS K	690	590	910	750
DIN 170/280	870	740	1140	930
DIN VK 75/2	870	740	1140	930
DIN VK 85/2	1080	890	1360	1120
DIN VKL 75/14	870	740	1140	930
DIN VKL 85/14	1080	890	1360	1120

Najveće moguće dužine gravitacionog raspona za 1,6 × led

Tablica IV.

Tip izolatora	Vodiči alučel			
	2 × 185/32	2×240/40	360/57	524/68
JUS K	528	461	735	620
DIN K 170/280	666	578	920	768
„ VK 75/2	666	578	920	768
„ VK 85/2	827	696	1095	926
„ VKL 75/14	666	578	920	768
„ VKL 85/4	827	696	1095	926

Najveće moguće dužine gravitacionog raspona za 2,5 × led

Tablica V.

Tip izolatora	Vodiči alučel			
	2×185/32	2×240/40	360/57	524/68
JUS K	391	348	572	493
DIN K 170/280	493	437	716	611
„ VK 75/2	493	437	716	611
„ VK 85/2	612	525	855	736
„ VKL 75/14	493	437	716	611
„ VKL 85/14	612	525	855	736

Zatezni izolatorski lanci

Ako prema prijašnjem kriteriju i mehaničkim karakteristikama izolatora izračunamo koliko maksimalno naprezanje vodiča mogu podnijeti višestruki lanci s pojedinim izvedbama izolatora, dobit ćemo podatke koji su svrstani u tablici VI. Naprezanja vodiča su navedena kako izlazi iz računa, bez obzira što toliko naprezanje ne će uvijek biti dozvoljeno sa stanovišta čvrstoće vodiča. Time se dobije pregled upotrebljivosti pojedinih tipova izolatora i iskorišćenja njihove mehaničke čvrstoće. Vrijednosti naprezanja koja su manja od odabranih 9,0 kg/mm² stavljena su u zagradu, jer tu čvrstoća izolatora ne bi zadovoljila. Nadalje su stavljene u zagradu one vrijednosti naprezanja, gdje i manji broj izolatorskih lanaca zadovoljava, pa nije potrebno uzeti veći broj lanaca. I konačno, stavljene su u zagradu one vrijednosti naprezanja, gdje slabiji tip istog oblika izolatora zadovoljava, pa nije potrebno uzeti jači tip.

Najveća naprezanja vodiča (koliko dopušta čvrstoća izolatora)

Tablica VI.

Broj lanaca	Tip izolatora	Vodiči alučel			
		2·185/32	2·240/40	360/57	524/68
3	JUS K	(14,80)	10,43	(15,25)	10,80
2	„ K	9,85	(8,47)	10,15	(7,20)
2	DIN K170/280	12,30	9,53	12,70	9,02
2	„ VK 75/2	12,30	9,53	12,70	9,02
2	„ VK 85/2	(14,80)	(10,43)	(15,25)	(10,80)
2	„ VKL 75/14	12,30	9,53	12,70	9,02
2	„ VKL 85/14	(14,80)	(10,43)	(15,25)	(10,80)

ELEKTRIČNO DIMENZIONIRANJE

Električno dimenzioniranje izolacije voda vrši se:

a) s obzirom na unutarnje prenapone,
b) s obzirom na vanjske prenapone.

Unutarnji prenaponi

U smislu koordinacije izolacije dimenzionira se izolacija električnih postrojenja tako, da može izdržati unutarnje prenapone, te elektrotehnički propisi daju u tom smislu određene upute. Takvi brojčani podaci za kruto uzemljenu mrežu 220 kV prikazani su u tablici VII. i to prema prijedlogu JUS za koordinaciju izolacije i prema VDE 0294/...56 za izbor izolacije vodova. Pri tome se ispitivanje podnosivim izmjeničnim naponom podrazumijeva pod kišom.

Potrebna izolacija voda 220 kV (za kruto uzemljenu mrežu)

Tablica VII.

	JUS kV	VDE kV
Stupanj izolacije (redni napon)	Si 245 z	220 E
Maksimalni pogonski napon	245	250
Podnosivi izmjenični napon	395	405
Podnosivi udarni napon	900	680

Nakon izbora izmjeničnog i udarnog podnosivog napona za neki vod, treba izolatorski lanac odabrati tako, da on tome zadovolji. Kod nas nema mjerenih podataka za lance od domaćih kapastih izolatora. Možemo se, međutim, poslužiti podacima iz VDE 0294, koji takve podatke daju. Ti su podaci za izolatorske lance u području koje odgovara naponu voda 220 kV dani u tabeli VIII.

Električne karakteristike izolatorskih lanaca

(koje dolaze u obzir za kruto uzemljene 220 kV vodove)

Tablica VIII.

Tip izolatora	Broj članaka	Podnosivi napon kV	
		izmjenični	udarni
K 170/280	9	375	782
„	10	414	864
„	11	452	946
„	12	490	1027
VK 75/2, 85/2	5	382	818
„	6	450	964
„	7	519	1109
VKL 75/14, 85/14	2	600	1163

Podaci o električnim svojstvima izolatorskih lanaca u tablici VIII dani su za lance bez zaštitnog pribora, t. j. bez rogova, odnosno zaštitnih prstena.
Upotreba zaštitnog pribora, međutim, u izvjesnoj mjeri smanjuje preskočni napon, pa se prema tome proporcionalno smanjuje i podnosivi napon izolatorskog lanca. Što se tiče preskočnog napona industrijske frekvencije pod kišom, može se prema VDE 0294 uzeti da smanjenje uslijed zaštitnog pribora iznosi oko 30 kV.
Što se tiče udarnog napona, VDE 0294 daje za 50% preskočni napon oblika 1/50 ove formule:
za kapaste i masivne izolatore:

$$U = 65\,\text{kV} + 5{,}2\,\frac{\text{kV}}{\text{cm}} \cdot s\,,$$

za štapne izolatore:

$$U = 50\,\text{kV} + 5{,}7\,\frac{\text{kV}}{\text{cm}} \cdot s\,,$$

gdje je s = preskočni razmak.
Pretpostavljamo, da će izolatori na vodu biti opremljeni zaštitnim priborom, pa da će se izmjenični preskočni napon lanca smanjiti za 30 kV. Što se tiče udarnog napona, morali bismo znati točne dimenzije zaštitnog pribora da bismo mogli odrediti preskočni razmak. Kako te dimenzije nisu standardizirane, to će one ovisiti o raznim okolnostima (vrst zaštitnog pribora, proizvađač i sl.). Za ovu studiju ćemo uzeti, da se preskočni udarni napon smanji između 0% do 10%, ako ga opremimo zaštitnim priborom.
Na temelju gornjih pretpostavki dobijemo zahtjeve kojima moraju udovoljiti izolatorski lanci dok još nemaju zaštitnog pribora. Ti su zahtjevi navedeni u tablici IX.

Zahtjevi za izolatorske lance bez zaštitnog pribora

Tablica IX.

	JUS	VDE
Podnosivi izmjenični napon	425 kV	435 kV
50 % udarni napon	900—990 kV	780—860 kV

Najmanje potrebni izolatorski lanci
(sa zaštitnim priborom) Tablica X.

Tip izolatora	Broj članaka	Podnosivi napon, kV	
		izmjenični	udarni
JUS K	11	432	851 — 946
„ K	12	460	924 — 1027
DIN K 170/280	11	432	851 — 946
„ K „	12	460	924 — 1027
„ VK 75/2	6	420	868 — 964
„ VK „	7	489	998 — 1109
„ VK 85/2	6	420	868 — 964
„ VK „	7	489	998 — 1109
„ VKL 75/14	2	570	1047 — 1163
„ VKL 85/14	2	570	1047 — 1163

Prema podacima tablice VIII možemo viđjeti koji izolatorski lanci već udovoljavaju tom zahtjevu. Tako dobiveni podaci navedeni su u tablici X, gdje su dani podnosivi naponi uračunavši zaštitni pribor.
Iz tablice X vidi se, da je za udovoljenje zahtjevima koordinacije izolacije potrebno da u izolatorskom lancu bude najmanje slijedeći broj članaka:

11 do 12 kapastih izolatora, ili
6 do 7 masivnih izolatora, ili
2 štapna izolatora.

Vanjski prenaponi

Atmosferski prenaponi u vodu mogu nastati na tri načina: (a) kod udarca munje u okolinu voda, putem električne indukcije, (b) kod udarca munje u uzemljene dijelove voda, bilo u stup, bilo u zaštitno uže, zbog pada napona u otporu uzemljenja, odnosno u valnom otporu zaštitnog užeta, i (c) kod udarca munje u vodič. Dobro je poznato da udar munje u okolinu redovito nije opasan za vod, pogotovu ako se radi o vodu vrlo visokog napona. S druge strane direktni udar munje u vodič dovodi do tako velikih prenapona, da to izolacija nikako ne može izdržati, a povećanje nivoa izolacije na tu visinu bilo bi ekonomski nepodnošljivo. Zbog toga preostaje, da se razmotri samo slučaj udara munje u uzemljene dijelove voda.
Za slučaj da munja udari u stup, dobijemo slijedeći prenapon:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{Z_m} + \frac{2}{Z_u} + \frac{1}{R}}\, I_m \cdot k + u,$$

gdje je: Z_m = valni otpor za munju samu,
Z_u = valni otpor zaštitnih užeta,
R = otpor uzemljenja stupa,
I_m = struja munje,
k = faktor smanjenja zbog induciranja napona u vodiče,
u = momentana vrijednost pogonskog napona.

Za valni otpor munje može se uzeti prosječna vrijednost Z_m = 400 oma.
Kao valni otpor zaštitnih užeta može se uzeti:
Z_u = 500 oma za jedno uže, Z_u = 312 oma za dva, odnosno Z_u = 250 oma za tri zaštitna užeta.
Kao faktor smanjenja može se uzeti k = 0,6 do 0,9.
Za slučaj da munja udari u zaštitno uže u sredini raspona, dobijemo prenapon, koji je manji od prijašnjega. Želimo li, dakle, izbjeći smetnju uslijed ovih prenapona, mora izolacija voda biti dorasla naponu, izračunatom prema gornjoj formuli.
U našem konkretnom slučaju ćemo uzeti u račun da je vod snabdjeven jednim zaštitnim užetom. Kao osnovu za proračun uzet ćemo ove vrijednosti:

valni otpor same munje: Z_m = 400 oma
valni otpor zaštitnog užeta: Z_u = 500 oma,
otpor uzemljenja: R = 10, 20, 30, 40, 50, oma,
struja munje: I_m = 30, 50, 80 kA
faktor smanjenja: k = 0,7
momentana vrijednost napona: $u = \frac{200}{\sqrt{3}}\sqrt{2} = 180\,\text{kV}$

Napon uslijed udarca munje u stup iznosi

$$U = \frac{1}{\frac{1}{400} + \frac{2}{500} + \frac{1}{R}} I_m \cdot 0{,}7 + 180\,\text{kV}$$

$$U = \frac{180 \cdot R}{154 + R} I_m + 180\,\text{kV}$$

Iznos prenapona za razne vrijednosti otpora uzemljenja i struje munje izračunate su i navedene u tablici XI.

Iznosi prepona uslijed udarca munje u stup, kV

Tablica XI.

Struja munje kA	Otpor uzemljenja, oma				
	10	20	30	40	50
30	378	553	708	848	974
50	509	801	1060	1290	1505
80	706	1175	1590	1960	2290

Uzevši u obzir da odabrani lanci mogu izdržati barem 900 kV, a neki od njih i više, to slijedi da će ti lanci i u ovom pogledu dobro zadovoljiti. Ako računamo na pr. da otpor uzemljenja ne će prekoračiti 20 oma onda još niti struja munje od 50 kV nije opasna, a toliko se obično uzima za proračune. Kako će, međutim, vod ići i kroz predjele, gdje se ne će moći postići povoljan otpor uzemljenja, bit će eventualno probitačno, da se na takvim mjestima pojača izolacija, ako su ta mjesta naročito ugrožena od munja.

ZAKLJUČAK

Iz provedenih razmatranja možemo povući ove zaključke:

1. U pogledu tipa izolatora ne može se dati općenite upute koji bi tip izolatora imao naročite prednosti pred drugim. O tome će odlučiti konkretne prilike koje imamo u promatranom slučaju.

2. Veliku važnost treba položiti na pouzdanost izolacije voda, dakle na kvalitetu izolatora i provjeravanje te kvalitete, pa se u tom smislu isplati uzeti i skuplje izolatore.

3. Za naše prilike prvenstveno dolaze u obzir porculanski kapasti izolatori, jer se jedino ti zasada proizvode u zemlji. Međutim, uslov za njihovu upotrebu jest da budu kvalitetni i da potpuno zadovolje zahtjevima JUS (standard je u pripremi).

4. Od izolatora inostrane proizvodnje od velikog su interesa stakleni kapasti izolatori. Kako kod nas s njima nemamo nikakvog iskustva bilo bi potrebno takvo iskustvo čim prije steći, s time, da se neki vod, djelomično ili potpuno, opremi staklenim izolatorima.

5. Za nosne stupove dolaze u obzir jednostruki izolatorski lanci s brojem članaka koji iznosi najmanje:

11 do 12 članaka K — izolatora (JUS), ili
11 do 12 članaka K — 170/280 (DIN), ili
6 do 7 članaka VK 75/2 odnosno VK 85/2 (DIN), ili
2 članka VKL 75/14 odnosno VKL 85/14 (DIN).

Upotrebljivost ovih članaka s obzirom na vodiče, dodatni teret i gravitacioni raspon može se vidjeti u tablicama III, IV i V.

6. Za zatezne stupove dolaze u obzir višestruki izolatorski lanci s istim brojem članaka kao i za nosne stupove, i to:

trostruki lanac K — izolatora (JUS) za veće presjeke vodiča,
dvostruki lanac K — izolatora (JUS) za manje presjeke vodiča,
dvostruki lanac K 170/280 (DIN),
dvostruki lanac VK 75/2 (DIN),
dvostruki lanac VKL 75/14 (DIN)

Upotrebljivost ovih lanaca s obzirom na presjek vodiča vidi se u tablici VI.

7. Izolatorski lanci predviđeni su sa zaštitnim priborom. Podaci o preskočnom, odnosno podnosivom naponu za takve lance ne stoje na raspolaganju (posebice za domaću proizvodnju) pa prema stvarnim podacima treba provjeriti predviđeni broj članaka. Preporučljivo je da se takva ispitivanja kod nas čim prije izvrše.

8. Predviđeni broj članaka u lancu dovoljan je da vodu dađe i dovoljnu signurnost protiv udarca munje u uzemljene dijelove voda, dok se radi o prosječnim vrijednostima otpora uzemljenja i jakosti struje munje. Za iznimne slučajeve će eventualno biti potrebno da se izolacija pojača.

9. U studiji je dimenzioniranje izolatorskih lanaca provedeno samo za neke poznatije izvedbe izolatora. Za ostale izvedbe (na pr. za staklene izolatore) mogu se lako na isti način dimenzionirati izolatorski lanci. Za slične izvedbe izolatora dobit će se, dakako, slični rezultati.

10. Na temelju gornjih podataka i postupaka u studiji moći će se lako odabrati ispravna izolacija za vod, kad budu potpuno poznati svi uslovi i mogućnosti, specifični za promatrani vod.

Literatura

Studija o izboru izolatora za Jadranski dalekovod, Institut za elektroprivredu u Zagrebu, srpanj 1957.

DINAMIKA CIJENE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Daniel Feöcze, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb **621.31.003.13**

Troškovi snage i vremenski neravnomjerna proizvodnja električne energije, iskrivljuju obujam vlastite cijene koštanja. Ovo kolebanje cijene utječe i na dobitak pa ga smanjuje i povećava a može izazvati i nepredviđeni gubitak. U članku se iznose zakonitosti tih odnosa i daje se rješenje za eliminiranje njihovih posljedica.

Cijena električne energije izložena je u toku jednog vremenskog razdoblja — na primjer i u toku jedne godine — znatnim promjenama. Razni faktori utječu na nivo i sadržaj cijene. Uočavanje ovih faktora važno je kako za gospodarenje sredstvima proizvodnje, tako i za gospodarenje financijskim sredstvima, a ako se radi o jednom duljem vremenskom razdoblju, onda i za politiku elektroenergetske izgradnje, jer vlastita cijena prodaje mora biti pokrivena s cijenom realizacije proizvodnje.

Period za kalkulaciju cijene električne energije, treba obuhvatiti ono razdoblje, za koje je moguće približno točno sagledati perspektivni razvoj strukture i količine potrošnje električne energije, kao i adekvatnu izgradnju potrebnih elektroenegetskih objekata ili pak kupnju električne energije od drugih u cilju pokrića ovih potreba. Za pojedina područja, ovo se ne može raditi izolirano od drugih, elektroenergetski vezanih područja, kako unutar državnih granica, tako i van njih.

Na nivo i sadržaj cijene utječe više faktora. Oni su sintetizirani u strukturi izvora energije i njenim troškovima te količini proizvodnje i strukturi potrošnje. Ovdje će se, međutim, razmotriti samo dinamika cijene, koju izaziva kolebanje proizvodnje i njeni fiksni troškovi. Cijena »diše« unutar uzetog vremenskog razdoblja, odnosno ona oscilira oko svojeg statističkog obujma. Statistički momenat kalkulativne cijene je kvocijent predvidivih troškova uvećanih za neki kalkulativni dobitak, i predvidive količine proizvodnje za uzeto vremensko razdoblje. U toku tog vremenskog razdoblja, dinamika proizvodnje i odgovarajući troškovi s kalkulativnim dobitkom, dolaze u jedan drugi odnos, različit od onog, koji su imali u svojem stanju mirovanja, odnosno ukupno uzeti za cijeli kalkulativni period.

Za razmatranje dinamike cijene, uzrokovane oscilacijom proizvodnje, može se uzeti i vremensko razdoblje od jedne godine, jer čak unutar i tog relativno kratkog razdoblja, dolazi do devijacije cijene.

Za pretpostavku neka služi jedna termoelektrana s godišnjom proizvodnjom od kWh 12,000.000 i vrijednošću te proizvodnje od Din 90,000.000. U cilju periodičnog obračunavanja proizvodnje, godišnji odnosno statički plan proizvodnje razrađen je na tromjesečja t. j. na dinamičke proizvodne planove, kako slijedi:

Proizvodnja	I. tromesečja	= kWh	3,600.000
Proizvodnja	II. tromesečja	= kWh	2,400.000
Proizvodnja	III. tromesečja	= kWh	2,000.000
Proizvodnja	IV. tromesečja	= kWh	4,000.000
	Ukupno:	kWh	12,000.000

Kalkulativna cijena prodaje za gornje količine proizvodnje, sastoji se iz troškova cijene koštanja i dobitka. Kod neravnomjerne proizvodnje na dinamiku cijene utječu fiksni troškovi. Pretpostavimo radi toga, ovakovu strukturu troškova:

Proporcionalni troškovi energetskog goriva	Din	48,000.000
Fiksni troškovi	Din	36,000.000
Ukupno troškovi cijene koštanja .	Din	84,000.000
Planirani dobitak	Din	6,000.000
Vlastita cijena prodaje — statička	Din	90,000.000

Međutim jedinična vlastita cijena prodaje — statička iznosi:

$$\frac{\text{Din } 90{,}000.000}{\text{kWh } 12{,}000.000} = \text{Din/kWh } 7{,}5$$

Ovu cijenu nazivamo statičkom radi toga, jer ona predstavlja kvocijent godišnjih troškova uvećanih za planirani dobitak i godišnje količine proizvodnje. Kod ovog omjera proizvodnja i troškovi miruju. Kad dođe do ostvarenja proizvodnje, ona će neravnomjerno (već prema zahtjevima potrošača) biti vremenski neravnomjerna u pojedinim tromjesečjima. Nju će slijediti proporcionalni troškovi s jednakim udjelom u jedinici proizvoda, dok će se fiksni troškovi formirati nezavisno od količine proizvodnje. Izmijenjeni odnos fiksnih i promjenljivih troškova u jedinici proizvodnje pojedinog tromesečja formirat će dinamičku vlastitu cijenu prodaje. Ova će za svako tromesečje biti drukčija i razlikovat će se od statičke cijene.

Proporcionalni troškovi energetskog goriva iznose Din 48,000.000 pa će za proizvodnju svakog kilovatsata trebati:

$$\frac{\text{Din } 48{,}000.000}{\text{kWh } 12{,}000.000} = \text{Din/kWh } 4{\cdot}—$$

Fiksni troškovi iznose Din 36,000.000. Pretpostavimo radi jednostavnosti, da su ovi fiksni troškovi vremenski ravnomjerni t. j. da se svakog tromesečja pojavljuju u jednakom iznosu, iako oni mogu biti i vremenski neravnomjerni.

Postavimo sada plan troškova za pojedina tromesečja i to odvojeno za proporcionalne i fiksne troškove, (vidi tablice A i B).

Tokom godine proizvodnja oscilira. Ona je dakle vremenski neravnomjerna za svaki od gornja četiri kvartala. Vremenski ravnomjerna proizvodnja iznosila bi kWh 3,000.000 za svaki kvartal ili $^1/_4$ godišnje proizvodnje. Istodobnost procesa proizvodnje i potrošnje električne energije, prisiljava elektroprivredu, da se prilagodi zahtjevima potrošača. Prema tome proizvodnja I. i IV. tromjesečja je iznad, a proizvodnja II. i III. tromjesečja je ispod vremenski ravnomjerne.

A) TROMJESEČNI PLANOVI PROPORCIONALNIH TROŠKOVA

O P I S	Godina	I. tromjesečje	II. tromjesečje	III. tromjesečje	IV. tromjesečje
Proizvodnja kWh	12,000.000	3,600.000	2,400.000	2,000.000	4,000.000
Propocionalni troškovi: Din/kWh 4·—	48,000.000	14,400.000	9.600.000	8,000.000	8,000.000
Udio proporcionalnih troškova u jedinici proizvodnje	Din/kWh 4·—	Din/kWh 4·—	Din/kWh 4·—	Din/kWh 4·—	Din/kWh 4·—

B) TROMJESEČNI PLANOVI FIKSNIH TROŠKOVA

O P I S	Godina	I. tromjesečje	II. tromjesečje	III. tromjesečje	IV. tromjesečje
Proizvodnja kWh	12,000.000	3,600.000	2,400.000	2,000.090	4,000.000
Fiksni troškovi	36,000.000	9,000.000	9,000.000	9,000.000	9,000·000
	Din/kWh	Din/kWh	Din/kWh	Din/kWh	Din/kWh
Udio fiksnih troškova u jedinici proizvodnje	3.00	2,50	3,75	4,50	2,25
Veličina vakuuma u okviru cijene	0,00	0,50	—	—	0,75
Veličina probijanja okvira cijene	0,00	—	0,75	1,50	—

Neravnomjeran je i apsolutni iznos troškova. Oni se mijenjaju sa promjenom obujma proizvodnje. Proporcionalni troškovi termoelektrana predstavljaju troškove dodatnih kalorija t. j. onih, koje su nakon namirenja praznog hoda elektrane potrebne za proizvoďnju kilovatsati. Elektroprivreda ih naziva još i troškovima energije (troškovima rada), odnosno troškovima koji zavise od kilovatsata. Jedinični iznosi tih troškova su jednaki kod svakog volumena proizvodnje.

Iz gornjeg dinamičkog plana fiksnih troškova se vidi, da upravo ovi izazivaju »disanje« obujma cijene te da ga proširuju i sužavaju u skladu s kolebanjem proizvodnje. Oni nose još i naziv »čvrsti troškovi« pri čemu se misli na njihov odnos spram količine proizvodnje, a u elektroprivredi nazivaju se još i »troškovima snage«. To su svi oni troškovi koji su potrebni, da se instalirana snaga elektroenergetskih objekata doveďe do radnog stanja. Daljnji troškovi predstavljaju već troškove rada, koji su potrebni za proizvodnju kilovatsati. Oni su proporcionalni obujmu proizvodnje.

Električna energija se prodaje po različitim tarifama. Postoje tarife za dnevni i noćni potrošak, zatim sezonske tarife za potrošak ljeti i za potrošak zimi. Osim toga, one mogu biti proste kilovatsatne tarife ili složene dvojne tarife. Ove posljednje se sastoje iz fiksnog dijela, vezanog za snagu potrošačevog trošila ili nekih drugih veličina, i promjenljivog dijela, vezanog za količinu potrošnje električne energije. Međutim sve ove tarife moraju u konačnici dati takve prihode, koji će pokriti statičku vlastitu cijenu prodaje.

Tokom jednog vremenskog razdoblja, za koje je sastavljena predkalkulacija vlastite cijene prodaje i predkalkulacija tarifnih stavova za električnu energiju na mjestima potrošnje, ďolazi do promjena nivoa i sadržaja cijene čak i onda, kad pojedina organizaciona jedinica ostvaruje svoje radne zadatke u okviru onih norma troškova, na kojima je sastavljena predkalkulacija. Ove se promjene znatno odrazuju i na prihodima pa je potrebno radi toga poznavati njihove uzročnike kao i veličinu njihovog djelovanja.

Fiksni troškovi iz našeg primjera idu u svom apsolutnom iznosu vremenski ravnomjerno kroz sva tromjesečja, nezavisno od količine proizvodnje. Međutim njihov udio u jedinici proizvodnje je vrlo promjenljiv: Din/kWh 3,00, Din/kWh 2,50, Din/kWh 3,75, Din/kWh 4,50 i konačno Din/kWh 2,25. Ta devijacija statičkog odnosa troškova i proizvodnje, utječe i na prihode. Stalne troškove treba podmiriti i u onim periodima, kada je proizvodnja ispod vremenski ravnomjerne t. j. kada se prodajom smanjene proizvodnje nisu realizirala u proizvodnju utrošena sredstva.

Klasično elektrogospodarstvo iz vremena izoliranih elektrana, rješavalo je ovaj problem dvojnom tarifom prirodnih troškova snage i rada. Ovdje se pod prirodnim troškovima snage i rada podrazumijevaju oni troškovi, koji su prirodno ili objektivno izazvani samim radnim procesom. U ovom smislu prirodni troškovi su jednostavni i kompleksni troškovi zajedno. Oni čine prirodnu cijenu koštanja. Jedna izolirana termoelektrana sa vlastitom električnom mrežom i vlastitim konzumnim područjima, izjednačila je svoje fiksne troškove sa stalnom uplatom potrošača iz dvojne tarife. To znači, da je rasporedila fiksne troškove po nekom kriteriju na sve svoje potrošače tako, da su ovi bili plativi mjesečno u određenom iznosu, nezavisno od količine potrošene električne energije. Prirodni troškovi rada termoelektrane t. j. njeni proporcionalni

troškovi, realizirali su se kroz radnu odnošno kilovatsatnu cijenu iz dvojne tarife.

Tako bi termoelektrana iz ovog našeg primjera realizirala svakog tromjesečja od svojih potrošača s naslova stalne uplate Din 9,000.000 (odnosno svakog mjeseca Din 3,000.000) bez obzira na količinu potrošnje električne energije a povrh toga još i Din 4,00 za svaki potrošeni kilovatsat (zanemarujući ovdje dobitak elektrane). Time su financijske posljedice izazvane neravnomjernom proizvodnjom, prebačene s elektrane na potrošača.

Međutim ovaj princip dvojne cijene je moguć samo kod izolirane termoelektrane. Kod hidroelektrane on je s tom svrhom neprovediv, jer su svi njeni troškovi praktički fiksni.

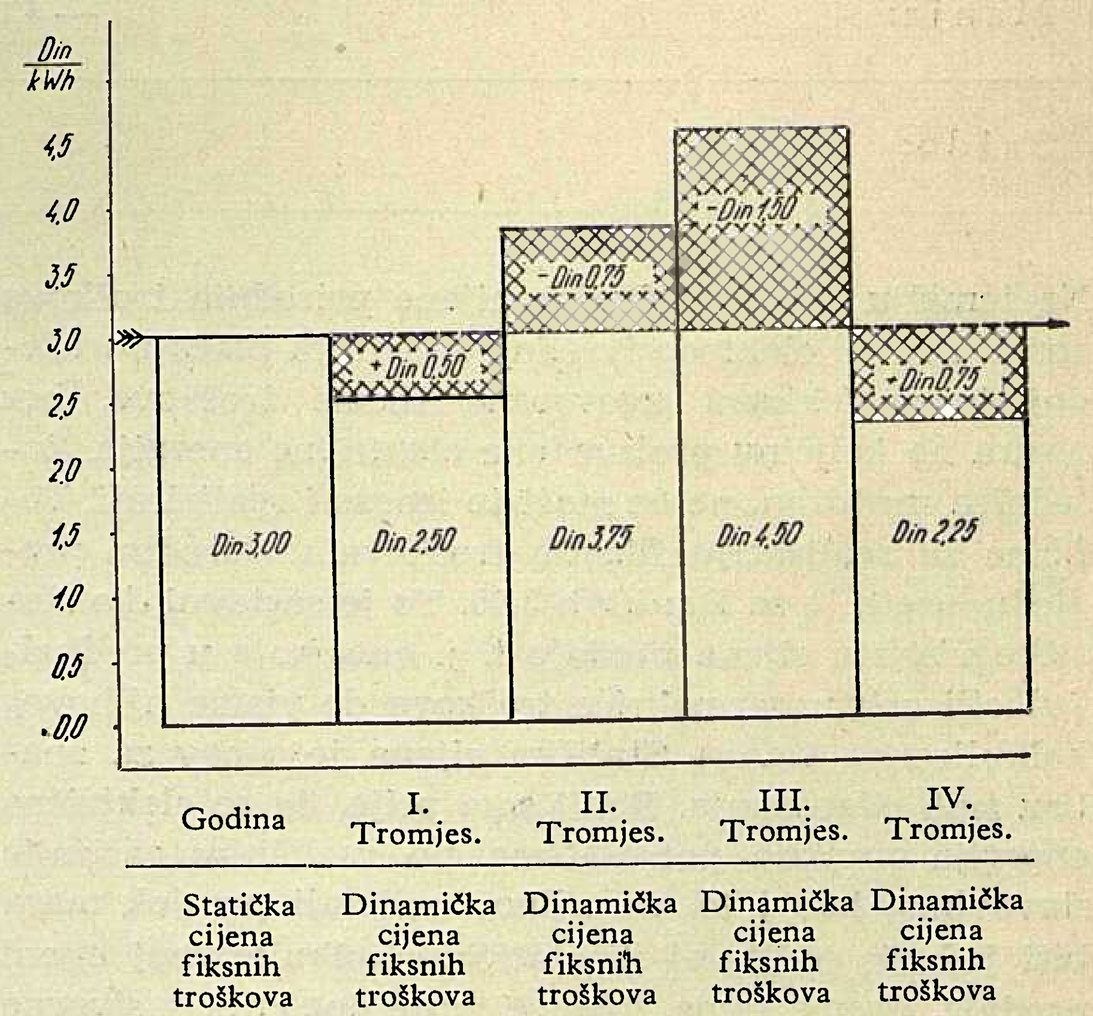
Današnje elektrogospodarstvo u sistemu energetski vezanih elektrana, upotrebljava također sistem dvojne tarife sa stalnom uplatom i radnom cijenom, samo što stalna uplata nema sada više svrhu da nezavisno od količine potrošnje namiri prirodne troškove snage, već da posredstvom većeg ili manjeg iznosa te stalne uplate, utječe na potrošača i njegove količinske zahtjeve. Tako, na primjer, grupa potrošača, za koju se odredi veći iznos stalne uplate i manji iznos radne cijene, znatno će smanjiti svoju srednju tarifu, ako poveća potrošak električne energije. Prema tome, suvremena dvojna tarifa nema zadaću, da svojim prihodima namiri svakodobne fiksne i proporcionalne troškove elektroprivrede. Ona je danas instrumenat politike cijene pa se iznos realizacije po radnoj cijeni iz dvojne tarife ne poklapa sa iznosom prirodnih troškova rada t. j. s iznosom proporcionalnih troškova.

Elektrane — hidro i termo — i organizacije za prijenos i distribuciju električne energije, udružene su danas u elektroprivredne zajednice s kojima se nalaze u kupoprodajnom odnosu. Za podmirenje potreba potrošača električne energije na svom području, elektroprivredna zajednica kupuje potrebne količine električne energije od udruženih elektrana a isto tako i iz drugih izvora t. j. iz industrijskih elektrana i susjednih elektroenergetskih sistema. Udružene organizacije za prijenos električne energije, prenašaju ovu iz njenih izvora do konzumnog područja, a organizacije za distribuciju, razvađaju prenesenu električnu energiju po potrošačkom području i vrše prodaju energije potrošačima za račun svoje zajednice.

Elektroprivredna zajednica kupuje od udruženih poduzeća proizvodnju, odnosno usluge prijenosa i distribucije električne energije po sistemu dvojne cijene prirodnih troškova snage i rada. Takav princip dvojne cijene upravo odgovara odnosima u udruženoj elektroprivredi. Elektroprivredna zajednica predstavlja jedan jedinstveni proizvodni organizam, koji ima zadaću, da osigura snabdijevanje potrošača električnom energijom i da kroz optimalni raspored opterećenja i optimalne tokove energije, osigura proizvodnju elektroenergetskog sistema po najnižim troškovima. Radi toga se međusobno izvršene usluge u koordiniranoj proizvodnji sistema i valoriziraju po vlastitoj cijeni prodaje. Ta cijena bi se međutim morala temeljiti na mjerenim, a ne na empirijskim normama troškova. Kad se dakle u zajednici elektroprivrednih poduzeća traži proizvodnja po najnižim troškovima, onda treba nedvojbeno i znati prirodnu cijenu za svaki učin u udruženoj elektroprivredi a ne neku slobodno formiranu komercijalnu cijenu. Elektroprivredna zajednica predstavlja u neku ruku tržište udruženih poduzeća, na kojem ova ne realiziraju svoju pojedinačnu proizvodnju i izvršene usluge prijenosa i distribucije električne energije po slobodno formiranim, već po prirodnim cijenama. Ove cijene sadrže pored normiranih fiksnih i proporcionalnih troškova još i jedan, unaprijed dogovoreni kalkulativni individualni dobitak. Tržište za zajednički proizvod t. j. za električnu energiju proizvedenu paralelnim radom u sistemu vezanih elektroenergetskih postrojenja je potrošačko područje. Na tom tržištu djeluju opisane dvojne tarife za potrošače električne energije. Kad se udruženim snagama proizvodena električna energija u sistemu, realizira od potrošača, elektroprivredna poduzeća će podijeliti i onaj dobitak (bilo direktno bilo preko zajedničkih fondova), koji se ostvaruje kroz bolji kolektivni rad t. j. kroz povoljniji raspored proizvodnje i povoljniju strukturu potrošnje. Povoljniji raspored proizvodnje će dati nižu srednju vlastitu cijenu proizvodnje a povoljniji raspored potrošnje, donijet će višu srednju cijenu realizacije.

Kod ovakvog rješenja ekonomskih odnosa unutar udružene elektroprivrede, financijske posljedice izazvane neravnomjernom proizvodnjom, prenesene su s udruženih poduzeća na njihovu zajednicu. U elektroprivredne zajednice udruženo je više poduzeća za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije. Za svako poduzeće treba znati sastav kalkulativne cijene i financijske posljedice neravnomjerne proizvodnje. Suma ovih na području jedne zajednice, dosiže iznos od više stotina milijuna dinara.

Grafički prikaz devijacije statičkog odnosa fiksnih troškova i proizvodnje za termoelektranu iz našeg primjera, izgleda ovako:



Fiksni troškovi iskrivljuju vlastitu cijenu kod neravnomjerne proizvodnje. Ukoliko je udio ovih veći u ukupnim troškovima, utoliko će devijacija statičkog odnosa troškova i proizvodnje biti veća. Ove devija-

cije su naročito izražajne u elektroprivredi, jer veći dio troškova otpada na troškove snage a ti su nezavisni od količine proizvodnje. Svi troškovi hidroelektrana, prijenosa i distribucije električne energije, praktički su fiksni. Kod termoelektrana fiksni elementi vlastite cijene prodaje iznose oko 44% na području udružene elektroprivrede Hrvatske, dok fiksni elementi cijene svih udruženih elektroprivrednih poduzeća za isto područje iznose oko 83%.

Godišnji iznos fiksnih troškova termoelektrane iz našeg primjera, u iznosu od 36 milijuna dinara, treba nadoknaditi realizacijom proizvodnje od 12 milijuna kilovatsati. U prvom tromjesečju smanjen je udio fiksnih troškova u jedinici proizvodnje pa je u odnosu na statički obujam cijene, nastao jedan vakuum od Din/kWh 0,50. To je višak realizacije, koji ali ne predstavlja neku zaradu, jer u tromjesečjima sa smanjenom proizvodnjom, nastaju manjci istog karaktera, koje treba pokriti. Bitno je dakle, da se ovi faktori dobitka, odnosno gubitka, odvojeno tretiraju i da se njihovi rezultati ne pomiješaju s ostalim neopozivim dobicima. U drugom tromjesečju proširen je statički obujam cijene za Din/kWh 0,75 a u trećem tromjesečju čak za Din/kWh 1,50. Dakle, u srednjih 6 mjeseci jedne godine, ne će se nadoknaditi sva u produkciju utrošena sredstva. Realizacija proizvodnje ne će biti dovoljna za financiranje radnog procesa. Trebat će uložiti dodatna financijska sredstva i to: dobitak devijacije statičkog odnosa troškova i proizvodnje iz I. tromjesečja (ako nije neopozivo utrošen), a povrh toga još i jedan bankovni kredit za preostali manjak. Povišena proizvodnja IV. tromjesečja daje višak na realizacij fiksnih troškova. Ovim viškom treba podmiriti bankovni kredit. Struktura proizvodnje i potrošnje na području udružene elektroprivrede Hrvatske, imaju u cjelini slične vremenske karakteristike devijacija. U srednjih se 6 mjeseci ostvaruju manjci, a u prvom i zadnjem tromjesečju višci na realizaciji.

Jedinični iznosi manjka na realizaciji su: u II. tromjesečju Din/kWh 0,75 a u III. tromjesečju Din/kWh 1,50, dok su viškovi u I. tromjesečju Din/kWh 0,50, a u IV. tromjesečju Din/kWh 0,75. Bilanca fiksnih troškova i njihove realizacije pokazat će nam apsolutne iznose viškova i manjkova:

C) BILANCA FIKSNIH TROŠKOVA I NJIHOVE REALIZACIJE

O P I S	Godina	I. tromjesečje	II. tromjesečje	III. tromjesečje	IV. tromjesečje
Proizvodnja kWh:	12,000.000	3,600.000	2,400.000	2,000.000	4,000.000
Ugovoreni fiksni troškovi, kako ih zajednica plaća:	36,000.000	9,000.000	9,000.000	9,000.000	9,000.000
Realizacija zajednice, prema statičkoj cijeni: Din/kWh 3,00	36,000.000	10,800.000	7,200.000	6,000.000	12,000.000
V i š e:	+ 4,800.000	+ 1,800.000	—	—	3,000.000
M a n j e:	— 4,800.000	—	— 1,800.000	— 3,000.000	—
S a l d o:	0	+ 1,800.000	— 1,800.000	— 3,000.000	+ 3,000.000

Na temelju principa dvojne cijene prirodnih troškova snage i rada, elektroprivredna zajednica plaća udruženoj termoelektrani ugovorene fiksne troškove, bez obzira na količinu proizvedene električne energije. Zajednica međutim, ne će moći te iznose i realizirati. Veličina za realizaciju fiksnih troškova u gornjem pregledu, uzeta je sa Din/kWh 3,00. To je sastavni dio statičke vlastite cijene prodaje t. j. one, koja u predkalkulaciji osigurava pokriće troškova do visine njihovog kalkuliranog iznosa. Statička cijena je osnov za analizu svih odstupanja. Rekli smo prije, da se električna energija prodaje potrošačima po različitim tarifnim stavovima, kao i to, da njihov godišnji prosjek mora biti jednak godišnjoj ili statičkoj kalkulativnoj cijeni prodaje. Prema tome, lako se može dogoditi, a stvarno se i događa, da se u pojedinim periodima, preko tih tarifnih stavova, ne će realizirati statička kalkulativna cijena prodaje No to upravo i treba konstatirati, pa će se znati, da je na primjer nastao u nekom periodu manjak na realizaciji fiksnih troškova radi smanjene proizvodnje kod termoelektrana »X« i da je povrh toga nastao još jedan daljnji manjak, radi sezonskih tarifnih stavova, dakle upoznat će se faktori dohotka i područja na kojem djeluju.

Kao što je iz gornjeg pregleda vidljivo, suma apsolutnih iznosa manjkova i viškova na realizaciji fiksnih troškova, međusobno se poništava. Naravno, to se događa samo u slučaju, kada se ostvare godišnje količine proizvodnje iz predkalkulacije ili plana. Ako se godišnje ostvari manja ili veća proizvodnja, onda mora doći i do salda između viškova i manjkova. Do konačnog manjka će doći, ako se ne ostvare predviđene količine proizvodnje, a do konačnog viška, ako se proizvede, a to znači i proda, preko predviđenih količina. Iskazane viškove i manjkove, možemo nazvati: *dobicima, odnosno gubicima devijacije,* jer oni i proističu iz devijacija statičkog odnosa troškova i proizvodnje. Primjer obrađuje vremenski ravnomjerne fiksne troškove. Statička cijena će oscilirati i onda, ako su ti troškovi vremenski neravnomjerni. U stvari, oni to i

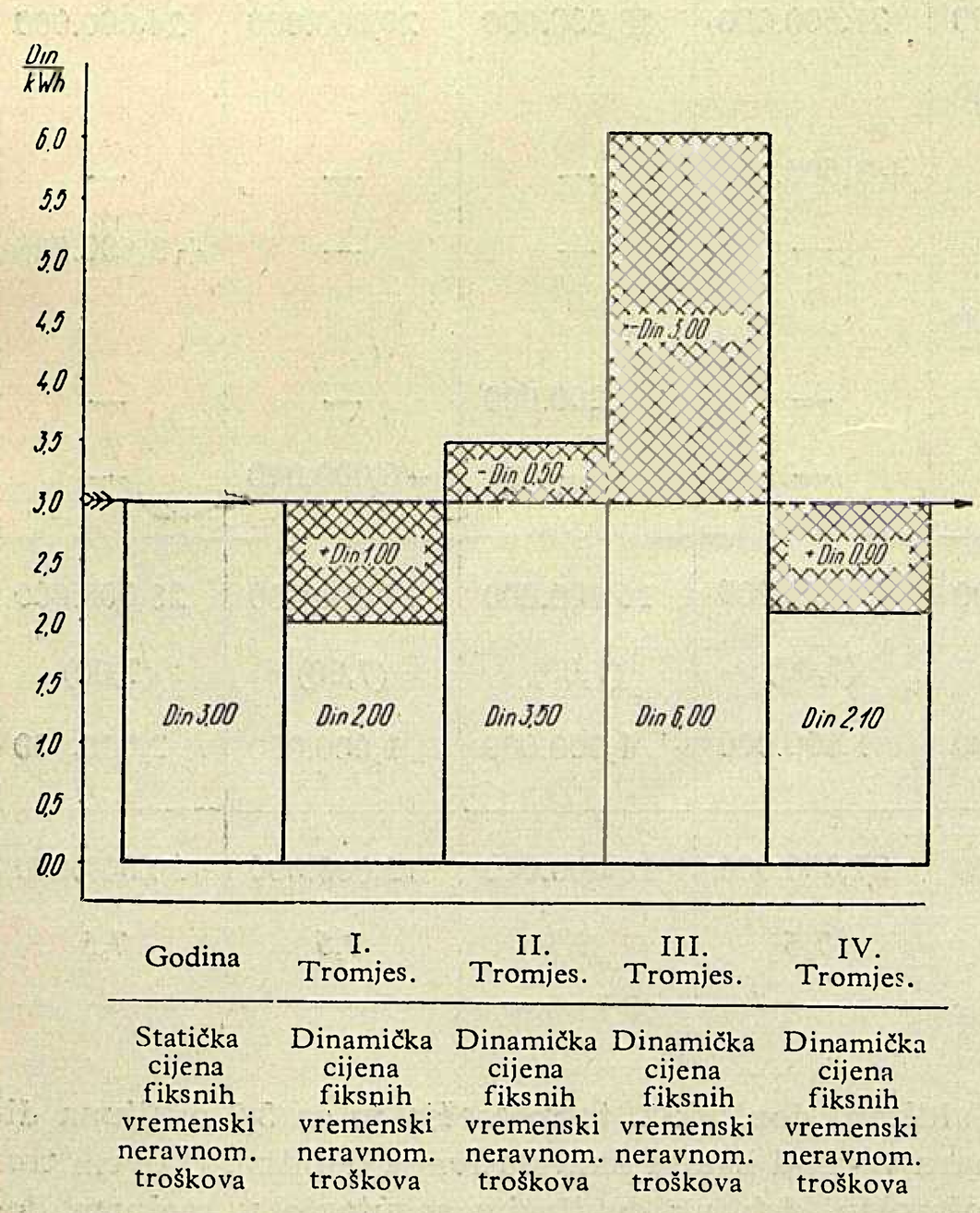
jesu. Troškovi njege postrojenja su obično veći u periodima s manjom proizvodnjom i obrnuto. Evo i primjer za vremenski neravnomjerne fiksne troškove za istu količinu godišnje i periodične proizvodnje:

D) TROMJESEČNI PLANOVI VREMENSKI NERAVNOMJERNIH FIKSNIH TROŠKOVA

O P I S	Godina	I. tromjesečje	II. tromjesečje	III. tromjesečje	IV. tromjesečje
Proizvodnja kWh:	12,000.000	3,600.000	2,400.000	2,000.000	4,000.000
Fiksni troškovi	36,000.000	7,200.000	8,400.000	12.000.000	8,400.000
	Din/kWh	Din/kWh	Din/kWh	Din/kWh	Din/kWh
Udio fiksnih troškova u jedinici proizvodnje	3,00	2,00	3,50	6,00	2,10
Vakuum u okviru statičkog obujma cijene	0,00	+ 1,00	—	—	+ 0,90
Veličina probijanja statičkog okvira cijene	0,00	—	— 0,50	— 3,00	—
Izjednačenje:	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Iskrivljivanje statičkog okvira cijene pod ovim okolnostima je još izražajnije, jer periodi s malom količinom proizvodnje, imaju veće fiksne troškove. Apsolutni iznos ovih troškova je promjenljiv u pojedinim tromjesečjima, ali ne proporcionalno s promjenom obujma proizvodnje pa je radi toga promjenljiv i njihov jedinični iznos. Vlastita cijena prodaje, po kojoj udružena poduzeća zaračunavaju zajednici svoju proizvodnju i izvršene usluge prijenosa i distribucije električne energije, temelji na dinamici njihovih troškova.

Grafički prikaz dinamike cijene za vremenski neravnomjerne fiksne troškove:



Gornji grafički prikaz dinamike cijene, slikovito pokazuje u kojoj mjeri utječu dobici i gubici devijacija na dohodak, odnosno na obrtna sredstva. Ovi financijski rezultati predstavljaju vrijednosne izražaje igre fiksnih troškova i proizvodnje unutar jednog kalkulativnog vremenskog razdoblja, pa ih radi toga treba eliminirati iz dohodka sve do izrade konačnog obračuna, odnosno do obračuna za cijeli kalkulativni period. Tada će se njihov pozitivni ili negativni saldo (ukoliko je došlo do odstupanja od predviđene koliličine proizvodnje) utopiti u dohodak ostvaren ostalim faktorima. Do tog časa, dobici i gubici devijacije treba da posluže kao osnova za planiranje i zaključivanje sezonskih obrtnih kredita.

Prema uzetoj pretpostavci, vlastita cijena prodaje za termoelektranu iz našeg primjera iznosi Din/kWh 7,5. U ovoj cijeni otpada na troškove Din/kWh 7,00 a na kalkulativni dobitak Din/kWh 0,5. Realizaciju individualnog kalkulativnog dobitka mogu udružena poduzeća ugovoriti sa svojom zajednicom bilo u apsolutnim iznosima, pro rata temporis, nezavisno od količine proizvodnje, bilo pak na jedinicu proizvoda. To je stvar dogovora. Pretpostavimo ovdje, da je plaćanje dobitka tokom cijele godine ugovoreno srazmjerno količini proizvodnje i razmotrimo pod tim okolnostima financijski rezultat bez eliminiranja dobitka i gubitka devijacije (tablica E).

Ova tablica prikazuje strukturu cijene za godišnje i za tromjesečna vremenska razdoblja. Struktura cijene koštanja sadrži troškove grupirane samo prema njihovom odnosu spram obujma proizvodnje. Tu nalazimo dakle samo proporcionalne i fiksne — vremenski neravnomjerne — troškove. Uobičajeni elementi strukture cijene koštanja nisu za naša razmatranja ni potrebni. Iznos realizacije, izračunat je primjenom kalkulativne statičke cijene prodaje, jer u konačnici ta cijena mora biti pokrivena prosječnom cijenom realizacije. Razlika između iznosa realizacije proizvodnje i cijene koštanja, je financijski rezultat ili dobitak. Taj se međutim u pojedinim tromjesečjima ne poklapa s iznosom kalkulativnog dobitka od 0,5 dinara po kilovatsatu, baš radi devijacije statičkog odnosa troškova i proizvodnje.

E) BILANCA TROŠKOVA I PRIHODA BEZ ELIMINIRANJA DEVIJACIJE

O P I S	Godina	I. tromjesečje	II. tromjesečje	III. tromjesečje	IV. tromjesečje
Proizvodnja kWh:	12,000.000	3,600.000	2,400.000	2,000.000	4,000.000
Propocionalni troškovi à Din 4,00	48,000.000	14,400.000	9,600.000	8,000.000	16,000.000
Fiksni, vremenski neravnomjerni troškovi:	36,000.000	7,200.000	8,400.000	12,000.000	8,400.000
CIJENA KOŠTANJA:	84,000.000	21,600.000	18,000.000	20,000.000	24,400.000
REALIZACIJA — statička Din/kWh 7,5	90,000.000	27,000.000	18,000.000	15,000.000	30,000.000
Razlika:	+ 6,000.000	+ 5,400.000	—	— 5,000.000	+ 5,600.000
Kalkulativni dobitak — statički Din/kWh 0,5	6,000.000	1,800.000	1,200.000	1,000.000	2,000.000
Višak dobitka	+ 7,200.000	+ 3,600.000	—	—	+ 3,600.000
Manjak dobitka	— 7,200.000	—	— 1,200.000	— 6,000.000	—
Saldo	0	+ 3,600.000	— 1,200.000	— 6,000.000	+ 3,600.000

F) BILANCA TROŠKOVA I PRIHODA S ELIMINIRANJEM DEVIJACIJE

O P I S	Godina	I. tromjesečje	II. tromjesečje	III. tromjesečje	IV. tromjesečje
Proizvodnja kWh	12,000.000	3,600.000	2,400.000	2,000.000	4,000.000
CIJENJA KOŠTANJA dinamička	84,000.000	21,600.000	18,000.000	20,000.000	24,000.000
Dobitak devijacije	+ 7,200.000				
Din 1,0 x kWh 3,600.000	—	+ 3,600.000	—	—	—
Din 0,9 x kWh 4,000,000	—	—	—	—	+ 3,600.000
Gubitak devijacije	— 7,200.000				
Din 0,5 x kWh 2,400.000	—	—	— 1,200.000	—	—
Din 3,0 x kWh 2,000.000	—	—	—	— 6,000.000	—
CIJENA KOŠTANJA statička	84,000.000	25,000.000	16,800.000	14,000,000	28,000.000
Din/kWh	(7,00)	(7,00)	(7,00)	(7,00)	(7,00)
Kalkulativni dobitak Din/kWh 0,5	6,000.000	1,800.000	1,200.000	1,000.000	2,000.000
KALKULATIVNA CIJENA PRODAJE:	90,000.000	27,000.000	18,000.000	15,000.000	30,000.000
Din/kWh 7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5

Saldirani dobitak (a to je razlika između iznosa realizacije i cijene koštanja) u godišnjoj kalkulaciji, jednak je iznosu kalkulativnog dobitka (Din/kWh 0,5 × × kWh 12,000.000 = Din 6,000.000), jer se troškovi i proizvodnja nalaze ovdje u stanju mirovanja.

Saldirani dobitak I. tromjesečja je za 3,6 milijuna dinara veći od iznosa kalkulativnog dobitka. U ovom tromjesečju, dobitak devijacije se utopio u realnom dobitku. Iz grafičkog prikaza dinamike cijene, možemo za I. tromjesečje očitati veličinu vakuuma cijene u od-

nosu na njen statički okvir. Ta veličina iznosi Din/kWh 1,00 — Budući da predviđena proizvodnja I. tromjesečja iznosi 3,6 milijuna kilovatsati, to se dobitak i morao povećati za 3,6 milijuna dinara. Taj povećani iznos, međutim, nije nikakav dobitak i ne bi valjalo postupati s njim kao s realnim neopozivim dobitkom, koji predvidivo iznosi samo 1,8 milijuna dinara.
U II. tromjesečju uopće nema dobitka, odnosno, nema razlike između iznosa realizacije i cijene koštanja. Iz grafičkog prikaza dinamike cijene vidljivo je, da se uslijed smanjene proizvodnje, proširio statički obujam cijene za 0,5 dinara po kilovatsatu. Toliko iznosi i kalkulativni dobitak pa se je saldirao s povećanim troškovima.
U III. tromjesečju odnosi su još gori. U ovom razdoblju ne samo da nema dobitka, nego su čak i troškovi za 5 milijuna dinara veći od iznosa realizacije. To je period s malom proizvodnjom i s povećanim radovima oko njege postrojenja, a time u vezi i s povećanim troškovima. U ovom tromjesečju fiksni troškovi su razvukli okvir cijene i u njemu zauzeli dvostruku površinu svog statičkog prostora t. j. od Din/kWh 3,00 na Din/kWh 6,00. Prema tome negativna devijacija od Din/kWh 3,00 kod proizvodnje od kWh 2,000.000 povećava troškove za 6 milijuna dinara. Kalkulativni dobitak ovog tromjesečja iznosi Din/kWh 0,5 × kWh 2,000.000 = Din 1,000.000, pa negativna razlika iznosi 5 milijuna dinara.
U IV. tromjesečju proizvodnja se nesrazmjerno povisuje, a udio fiksnih troškova u jedinici proizvodnje smanjuje. Ovdje je statički obujam cijene sužen za 0,9 dinara po kilovatsatu. Kod proizvodnje od 4 milijuna kilovatsati, višak iznosi 3,6 milijuna dinara. Ukupan iznos viškova dobitka, jednak je prema tome ukupnom iznosu manjkova. No tokom godine, cijena se je jako iskrivljivala. U sastav cijene treba dakle uvrstiti nove elemente, koji će predstavljati financijski izraz kolebanja proizvodnje i time zaštititi sadržaj cijene od saldiranja.
S elementima dobitka i gubitka devijacije, izravnata je cijena koštanja u kalkulativnom vremenskom razdoblju. Ona je time postala usporediva a dobivene su i osnove za kreditni plan. Dobitak devijacije I. tromjesečja u iznosu od 3,6 milijuna dinara treba rezervirati i upotrebiti ga za pokriće gubitka devijacije iz II. tromjesečja a ostatak od 2,4 milijuna dinara trošiti za pokriće gubitka devijacije III. tromjesečja. Preostali manjak od 3,6 milijuna bit će pokriven sezonskim kreditom, koji će se vratiti dobitkom devijacije od 3,6 milijuna dinara iz IV. tromjesečja. Financijski rezultati kolebanja proizvodnje ne utapaju se više u realne dobitke, već postaju elementi kredita.
Privredne organizacije posvećuju veliku brigu svojem dobitku, jer on predstavlja izvor financiranja za one rashode, koji su uže vezani uz radnike i službenike. O veličini dobitka zavise dodatna lična primanja i neke druge beneficije, kao stanovi, stručno uzdizanje kadrova i slično. Osim toga on je i financijski izraz uspjeha rada. Radi toga, treba ga zaštititi od zamagljivanja i utvrditi njegovu realnu veličinu kroz cijeli tok godine.

PERSPEKTIVNI RAZVOJ PROIZVODNE CIJENE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Ing. Marijan Leskovar, Institut za elektroprivredu, Zagreb **658.8.035 : 621.31**

Izlaže se potreba predviđanja proizvodne cijene električne energije na v. n. na dug rok, radi omogućenja ekonomskog studiranja pothvata s dugim rokom amortizacije. U istu se svrhu izlaže i potreba razlikovanja raznih kategorija električne energije. — Prikazuje se kako je određena binomna struktura proizvodne cijene kWh do godine 2035 za Jugoslaviju, i kako su određene cijene za osam kategorija energije, te su date odnosne vrijednosti.

UVOD

Električna energija, kao industrijski proizvod, pojavila se na tržištu prije kojih 80 godina. Realna tržna cijena električne energije za male potrošače stalno je opadala kroz tih 80 godina, te se i danas skoro bez iznimke opaža ista tendencija. Međutim, u zadnjim godinama, počela se cijena energije u nekim zemljama podizati za velike potrošače, koji su plaćali, i koji još uvijek plaćaju nisku cijenu za električnu energiju iz javne mreže. To su zemlje, u kojima se približuje kraju opremanje vodnih snaga [L. 4 i L. 5]. Konstatirano je, da se realna proizvodna cijena električne energije različito mijenja, u isto vrijeme, u raznim zemljama, prema specijalnoj situaciji i razvojnom stepenu elektroprivrede u dotičnoj zemlji [L. 4].

Izneseni razvoj je rezultat napretka tehnike proizvodnje, prijenosa i razvoda električne energije, sve većeg stepena iskorišćenja vodnih snaga, porasta broja stanovništva, podizanja prosječnog životnog standarda i napretka industrijalizacije. Svi ovi momenti međusobno djeluju jedni na druge, te su veličine i vrijednosti na njih vezane, u svakom času rezultat međusobnih akcija i reakcija, te predstavljaju momentanu točku ravnoteže. Sa stanovišta elektroprivrede mogu se ovi momenti svesti na: napredak tehnike kojom se služi elektroprivreda, iskorišćenje vodnih snaga, i povećanje opsega poslovanja elektroprivrede. Ovi su momenti doveli do onakovog razvoja tržne cijene električne energije u prošlosti, kakav smo naznačili u prvom stavku.
Osobito je važno predvidjeti za duži period godina unaprijed razvoj vrijednosti jedinice električne energije, t. j. cijene kilovatsata. Manje više tačno pokriva se svagdje tržna cijena električne energije sa proizvodnom cijenom, ukoliko ne dođe do opterećenja potrošnje električne energije od strane fiskusa. Tamo gdje elektroprivreda uživa monopolistički socijalni status, kao u Jugoslaviji, treba računati s time, da će u svakom času cijena odgovarati optimalnom korišćenju

tehničko-ekonomskih mogućnosti. Time se procjena vrijednosti električne energije svodi na predračun proizvodnih troškova. Međutim, sa napretkom međudržavne razmjene električne energije, koja se počela razvijati zadnjih godina, a koja će svakako napredovati u apsolutnom iznosu (ne u relativnom iznosu prema ukupnoj proizvodnji), svakako će tržna cijena na okolnim tržištima električne energije vršiti upliv i na unutrašnje tržište. U ovom članku ograničit ćemo se na proizvodnu cijenu, na koštanje kWh.

Kada u račun rentabiliteta neke hidroelektrane unosimo amortizaciju brane na pr. na 75 godina ili tunela za dovod vode kroz tako dugo razdoblje, tada smo se time primorali da predvidimo i razvoj vrijednosti proizvoda te elektrane kroz isti period. Ovoj potrebi ne može se izbjeći. U toj situaciji bolje je da se odnosna predviđanja postave na osnovu potrebnih razmatranja i računa, negoli da se jednostavno implicite pretpostavi, da se vrijednost električne energije u tom periodu ne će izmijeniti, kao što se to često radi. Poznate razvojne tendencije treba uzeti u obzir. Dobiveni rezultati približavat će se više onome što će se ostvariti u kasnijoj budućnosti, negoli nesvijesno učinjena predviđanja, bez ikakvih razmatranja, kao što je ono gore spomenuto. Svakako, prva osnovica ako ne i jedina, za procjenu vrijednosti električne energije, je njena proizvodna cijena, njeno koštanje, od kojeg ćemo studirati perspektivni razvoj.

Različita je struktura proizvodne cijene električne energije na raznim mjestima puta energije od generatora do potrošačkog aparata, pa stoga mora da bude različit razvoj cijene na raznim mjestima pomenutog puta, kroz promatrano razdoblje.

U ovom članku ograničit ćemo se na predviđanje razvoja koštanja električne energije u »uravnoteženim središtima konzuma«, na visokom naponu. U narednih 60 do 80 godina hidraulička će proizvodnja igrati značajnu ulogu u elektroenergetskoj bilanci Jugoslavije (od $1/2$ preko $3/4$ do $1/20$ od ukupne proizvodnje). U tom periodu važno je diferencirati središta konzuma prema njihovoj lokaciji u odnosu na izgrađene vodne snage. Uravnoteženim nazivamo ona središta, koja iz okolnih energetskih čvorišta (središta konzuma) prime tokom pojedinih perioda godine (u dugogodišnjem prosjeku) isto toliko električne energije (uglavnom hidrauličkog porijekla), koliko je predaju na okolna čvorišta u ostalim periodima iste godine. Ova će se discernacija izgubiti nakon kojih pedesetak do šezdesetak godina, jer će tada i ona središta, koja će u početku biti izrazito suficitna, trošiti sama svu raspoloživu proizvodnju električne energije hidrauličkog porijekla. Da bismo konkretizirali ideje, navodimo središta konzuma u Jugoslaviji, prema gornjoj klasifikaciji, za period od oko godine 2000., kako smo ih postavili.

Suficitni centri potrošnje:

Ljubljana, Split, Sarajevo, Nikšić.

Uravnoteženi:

Rijeka, Niš i Skopje.

Deficitni:

Zagreb, Brod n/S, Novi Sad i Beograd.

Razlikom proizvodne cijene energije u deficitnim i u suficitnim centrima prema cijeni u uravnoteženim centrima ne ćemo se ovdje baviti. Kao orijentacijsku indikaciju navodimo, da razlika može iznositi oko $\pm$ 7%. Pod visokim naponom smatrat ćemo ovdje 110 kV, 220 kV i više nominalne napone.

Američki inženjer Putnam predvidio je u svojoj studiji »Energija u budućnosti« [L. 1], da bi čovječanstvo oko god. 1975. došlo u prve poteškoće da održi svoj sadanji tempo općeg napretka, ako se ne bi pronašli novi jeftini izvori energije (cijena izvora energije da ne bude viša od dvostruke današnje cijene). Dvadesetak godina prije tog roka, idu u pogon prve nuklearne elektrane na fisiju jezgara teških atoma, t. j. upravo u dvanaesti čas, da se nova tehnika usavrši i da pojeftini do god. 1975. Ovaj slučaj je takove prirode, da nas pravom može navesti da s puno povjerenja i optimizma gledamo na daljnji razvitak čovječanstva. I predviđanja u ovom prikazu osnovana su na optimističkom gledanju na budućnost čovječanstva. Pitanje jeftinih izvora energije više ne postoji za idućih par stotina godina. Nuklearni procesi sa fisijom su to pitanje odložili za daleku budućnost. U razmatranom periodu, do oko godine 2035., možda će biti riješeno i pitanje kontroliranog i reguliranog korišćenja nuklearnih procesa sa fuzijom lakih atomskih jezgri. A ima i drugih povoljnih izgleda, kao na pr. dovođenje električne energije hidrauličkog porijekla iz Afrike u Evropu, bilo u netransformiranom obliku, bilo u obliku kemijske ili nuklearne energije.

Prilazeći izvođenju studije koju ovdje prikazujemo imali smo u vidu u prvom redu korišćenje njenih rezultata direktno ili nakon daljnje prerade kod računa rentabilnosti hidroelektrana. Izvodimo li ove posljednje račune uzimajući za računski vijek trajanja hidroelektrana 75 godina, tada možemo ograničiti naša predviđanja na period do godne 2045. To bi nam poslužilo za račune rentabilnosti hidroelektrana koje će ići u pogon do 1970. — Međutim, ako pomenute račune rentabilnosti vršimo po tri odijeljena perioda po 25 godina, to bi za hidroelektrane koje idu u pogon 1970., zadnji period pao između godine 2021. i 2045. Kako na rentabilnost, poradi aktualizacije,[1] najviše utječu prve godine tog perioda, i kako se koštanje energije u Jugoslaviji poslije godine 2000. ne će moći brzo mijenjati, jer više ne će biti na raspoloženju novih povoljnih padova voda za izgradnju hidroelektrana, to se možemo zadovoljiti predviđanjem cijena energije do god. 2035. — Mi ćemo stvarno računati proizvodnu cijenu kWh do god. 2020., a za period od godine 2021. do 2035. poslužit ćemo se ekstrapolacijom iz krivulje koštanja u ovisnosti od vremena. Kod te ekstrapolacije uvažit ćemo nade koje postoje za pojeftinjenje električne enegije koja će se proizvoditi u to vrijeme nuklearnim procesima, u poredbi prema današnjim troškovima termičke proizvodnje.

---

[1] Kod kamatne stope od 5%, dinar uložen danas u banku naraste na dva dinara za petnaest godina. Prema tome, vrijednosti od 2 dinara nakon 15 godina odgovara današnja vrijednost od jednog dinara. Vrijednosti koje dospijevaju u razna vremena možemo uspoređivati jedino svodeći ih na isti datum. Računski postupak svođenja vrijednosti koje dospijevaju u budućnosti na njihovu današnju vrijednost, na aktuelnu vrijednost, nazivljemo »aktualizacijom«.

Prvi važan razlog da prekinemo sa godinom 2020. naš niz proračuna proizvodne cijene električne energije, za pojedine godine, leži u tome, što danas možemo, razumno, sa sigurnošću predvidjeti da će se i nakon te godine ostvarivati u Jugoslaviji pravilnost udvostručenja konzuma tokom decenije. [L. 20.]. A obim konzuma je važan faktor za predviđanje proizvodne cijene električne energije. — Drugi je razlog u tome, što će do te godine biti potpuno izgrađene naše vodne snage, t. j. neto-potencijal, koji se ekonomski povoljno može iskoristiti u energetske svrhe. A nakon toga, varijacije proizvodne cijene električne energije bit će polagane, i mogu se izvesti ekstrapolacijom iz krivulje razvoja do te godine, uvažujući vjerojatne nove momente.

Ideja vodilja kod postave plana kalkulacije za proračun perspektivnog razvoja cijene električne energije bila je, da se svi računi baziraju na ocjenama razvoja onih veličina koje se vremenom malo mijenjaju i za koje poznamo razvojni trend, odnosno za koje ovaj izlazi iz prethodnih kalkulacija u toku razrade dotične studije. Druga važna postavka, kojom smo se služili kao vrlo korisnim oruđem kod naših predviđanja, bila je, da se privredne okolnosti ne mogu mijenjati u skokovima, i da linije, koje prikazuju u procentima godišnju varijaciju pojedinih privrednih veličina u funkciji od vremena, ne mogu imati prekide, skokove ni uglove, dok traje normalan privredni razvoj. Treća važna postavka bila je, da najlakše možemo ocijeniti elektroprivredne okolnosti u budućnosti, u Jugoslaviji, uporedbom, uz potrebnu discernaciju i uvažavanje razlika, sa ostvarenim stanjem u zemljama koje već danas imaju onaj specifički konzum po stanovniku odnosno onu gustoću konzuma po kvadratnom kilometru, koje predviđamo za budućnost u Jugoslaviji. Iz 12 privrednih veličina, za koje poznamo razvojnu tendenciju, izvedeni su postepeno, putem tridesetak operacija ostali parametri potrebni za predračun cijene električne energije.

Kada imamo neku određenu proizvodnu osnovicu elektroprivrede, sa priličnom sigurnošću bit će data struktura proizvodnih troškova električne energije, u vidu stalnih troškova po kW, i troškova rada, ili kako se to još naziva, varijabilnih troškova, po kWh. Nasuprot tome, sama proizvodna cijena po kWh mijenja se u širokim razmjerima s trajanjem upotrebe kod iste proizvodne osnovice i u isto vrijeme.

Svagdje gdje su vodne snage iskorišćavane već par decenija, trajanje upotrebe maksimalnog opterećenja je visoko. U zapadnom dijelu Jugoslavije ono je sada oko 5.500 h/god. [L. 2.]. Kako napreduju opći standard i izgradnja akumulacijskih hidroelektrana, trajanje upotrebe maksimalnog opterećenja pokazuje tendenciju skraćenja u svim zemljama, prema vrijednosti od oko 4000 h/god., t. j. prema trajanju, koje se ostvaruje već danas u zemljama sa isključivo ili s pretežno termičkom proizvodnjom. To je trajanje uslovljeno fiziološkim preferencijama čovjeka, koji voli da radi danju, da se zabavlja pod veče, a noću da spava. Treba težiti tome, da elektroprivreda ne bi išla na uštrb ovakovom načinu života. Da bi se dobila ispravna slika razvoja cijene električne energije, prikazat ćemo, u konačnoj liniji, razvoj koštanja kilovatsata sa jednoličnim trajanjem upotrebe t datim sa

$$t = 4\,000 \text{ h/god.} \qquad (1)$$

Međutim, mi ćemo iznijeti i strukturu te cijene, kako je dobivena našim kalkulacijama, t. j. dati ćemo proizvodnu cijenu u binomnom obliku. Ovime će biti omogućeno da se izračuna globalna cijena kilovatsata za bilo koje trajanje upotrebe, u razmatranom vremenu.

Time bi naš zadatak, da se dade novo oruđe u ruke planerima i projektantima, bio završen. Takav oblik rezultata nije mnogo prikladan za primjenu kod određivanja veličine izgradnje hidroelektrana i kod nekih drugih ekonomskih dimenzioniranja, kao na pr. kod dimenzioniranja presjeka dovodnog tunela i tlačnog cjevovoda za hidroelektrane. Zato ćemo naše rezultate iskoristiti za određivanje vrijednosti raznih kategorija električne energije. Poznata je činjenica, da stalni troškovi, troškovi po kW, iznose 3/5 do 9/10 ukupnih troškova električne energije. Ovaj omjer mijenja se sa strukturom proizvodne osnovice elektroprivrede, sa strukturom konzuma, s trajanjem upotrebe i s veličinom konzuma kod pojedinog potrošača, ali, on je uvijek visok, iznad 60%. — U toj situaciji jasno je, da će električna energija biti najmanje vrijedna onda, u onaj čas, kada su proizvodne mogućnosti veće od potražnje, t. j. u t. zv. prazne sate, noću i preko kraja sedmice. Detaljna studija proizvodnih troškova u pojedine sate, prema stepenu opterećenja proizvodne osnovice elektroprivrede, na osnovu marginalnih cijena, potvrđuje ovu postavku [L. 16.]. Ovo će nam biti razumljivo, ako uočimo da u to vrijeme, za praznih sati, treba da rade samo protočne hidroelektrane i najmodernije termoelektrane sa najboljim stepenom djelovanja, dakle one, koje troše najmanje goriva za proizvedeni kilovatsat. Djelomično deklasirane termoelektrane i hidroelektrane s akumulacijom ne će raditi za praznih sati; [L. 19.]. Ovo razlikovanje uvodi nam dvije kategorije električne energije. Kategorija električne energije proizvedene za vremena jakog opterećnja, sa višom cijenom, i kategorija koja odgovara proizvodnji za vremena slabog opterećenja unutar dana odnosno sedmice, sa nižom cijenom.

Preko ljeta potražnja snage, kilovata, i potražnja rada, kilovatsati, niže su od odnosnih potražnji preko zime. Isti razlozi kao gore, dakle, dovode nas do dviju novih kategorizacija: električna energija proizvedena zimi, sa višom cijenom, i električna energija proizvedena ljeti, sa nižom cijenom. Mi ćemo se kasnije potanje osvrnuti na ovu postavku u odnosu na jugoslavenski elektroenergetski sistem, u kom je velik udio vodnih snaga sa mediteranskim režimom protoka, t. j. sa najvećom proizvodnošću tokom zime.

Gornje četiri kategorije važe za sve elektroenergetske sisteme. Međutim, u elektroenergetskim sistemima sa znatnim udjelom hidrauličke proizvodnje, postoji još jedna discernacija koju treba uvažiti, i koja podiže broj kategorija na dvostruko, t. j. na osam kategorija električne energije. Stalna godišnja proizvodnost hidroelektrana, garantira kroz 95% vremena, t. j. kroz prosječno 19 godina od 20, imat će svakako veću vrijednost od one proizvodnosti, koja je, doduše osigurana u du-

gogodišnjem prosjeku, ali koju ne će biti moguće ostvariti u sušnim godinama, a bit će prebačena u vlažnim hidrauličkim godinama. Višak proizvodnosti hidroelektrana, iznad stalne godišnje proizvodnosti, do prosječne proizvodnosti, imat će nižu vrijednost od one prve. Ovo slijedi iz toga, što će se u sušnim godinama, poradi smanjene hidrauličke proizvodnje, morati upregnuti i one termoelektrane, koje bi u sistemu sa isključivo termičkom proizvodnjom bile već potpuno deklasirane, a koje imaju visok specifički potrošak goriva. Detaljna studija po marginalnim cijenama pokazuje, dakle, da u najmanju ruku moramo kod hidroelektrana razlikovati osam kategorija električne energije, sa raznim prosječnim proizvodnim cijenama u sistemu, i prema tome, sa raznim vrijednostima. Mi ćemo dati, na kraju ovog prikaza, cijene za osam kategorija električne energije.

Prema tome, pun naslov ovog prikaza trebalo bi da glasi: »Hipotetički perspektivni razvoj proizvodne cijene električne energije pod v. n., u uravnoteženim središtima konzuma u Jugoslaviji, do god. 2035., s njenom binomnom strukturom, i razvoj cijene osam kategorija električne energije«. — Iz skraćenog naslova smo ispustili kvalifikativ »hipotetički«, jer držimo da bi ovaj pridjev u neopravdano visokoj mjeri stvorio impresiju nesigurnosti postavljenih predviđanja. Proizvodna cijena električne energije, kako smo je izveli, rezultat je mnogih predviđanja, koja sva mogu imati svoje griješke. Međutim, nije vjerojatno da bi sve griješke u našim ocjenama bile učinjene u istom smjeru. Osim toga, rezultati su kontrolirani uporedbom sa ostvarenim stanjem elektroprivrede u zemljama koje su više napredovale u elektrifikaciji od Jugoslavije. Na osnovu svega toga smatramo, da naši konačni rezultati imaju velik stepen vjerojatnosti da se u svoje vrijeme nađu u blizini ostvarene realnosti. Za ovakav stav govori i činjenica, da je relativno uska zona mogućeg rastresanja sve do pred kraj razmatranog perioda, kako su to pokazala posebna proučavanja. A upliv eventualnih razlika u zadnjih petnaestak godina razmatranog perioda bit će minimalan kod primjene naših rezultata, poradi igre aktualizacije, prema kojoj je vrlo malen ponderabilitet okolnosti u takovoj vremenskoj udaljenosti, od preko šezdeset godina.

Značajnost rezultata ovih studija za praktičnu primjenu kod planiranja i projektiranja nameće potrebu da se najmanje svakih nekoliko godina provede ponovna studija postavljenih problema radi kontrole, unošenja eventualno potrebnih korektura i radi produženja perioda pokrivenog postavljenim predviđanjima.

PROIZVODNA CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE I NJENA STRUKTURA

Kako je već izneseno, kalkulacija proizvodne cijene električne energije za pojedine godine izvedena je postepeno, putem tridesetak operacija, polazeći od grupe privrednih veličina za koje poznamo razvojni trend, i koje se malo mijenjaju vremenom, a za kontrolu dobivenih međurezultata složili smo se s nekoliko veličina koje, također, imaju gornje dvije karakteristike. U svemu 12 veličina.

Evo tih veličina:

1. Udvostručenje ukupne proizvodnje električne energije u zemlji kroz 10 godina; pretpostavljeno je konstantno sve do godine 2020.

2. Populacioni modul uzet je konstantan do god. 2020. sa + 13‰ godišnje, za cijelu zemlju.

3. Predviđeno je lagano opadanje procentualnih gubitaka od praga elektrana do zadnjeg potrošača, paralelno s povećanjem potrošnje po stanovniku.

4. Izvedeni potrošak kod zadnjeg potrošača i izvedeni postotak hidrauličke proizvodnje u odnosu na ukupnu proizvodnju daju indikaciju za razvoj trajanja upotrebe maksimalnog opterećenja u središtu konzuma.

5. Izvedeni specifički potrošak kod zadnjeg potrošača daje indikaciju za mogućnost izgradnje novih hidroelektrana, uvažujući kod toga stepen iskorišćenja neto-potencijala vodnih snaga.

6. Trajanje upotrebe instaliranog učina u hidroelektranama pretpostavljeno je uglavnom konstantno od godine 1970. dalje do punog iskorišćenja vodnih snaga (sa jedva osjetljivim opadanjem), oslanjajući se na podatke iz [L. 3.] i [L. 6.].

7. Međusobnom kompenzacijom hidroelektrana povisuje se postotak stalne proizvodnje prema prosječnoj. Pošavši od izračunate vrijednosti 81% u 1970. god., [L. 2.] i [L. 14.], ocijenjeno je da će se taj postotak podići na 85% god. 1990., te je zatim ostavljen konstantan; na ovakovo predviđanje odlučili smo se, vodeći se kod toga rezultatom prvih studija s tog polja. Međutim, s obzirom na nesigurnost ovog podatka, uzet je velik procenat povišenja snage za pogonsku rezervu i za vlastite potrebe u termoelektranama, a upliv ovog faktora sigurnosti raste vremenom, paralelno sa porastom udjela termičke proizvodnje u ukupnoj, i uporedo sa sve potpunijim iskorišćavanjem vodnih snaga, t. j. upravo kako raste potreba za većim faktorom sigurnosti.

8. Ocijenjeno je postepeno poskupljivanje izgradnje hidroelektrana paralelno s porastom stepena iskorišćenja neto-potencijala vodnih snaga.

9. Ocijenjeno je postepeno opadanje specifičkog potroška topline u termoelektranama oslanjajući se na noviju tehničku literaturu.

10. Ocijenjeno je postepeno opadanje specifičkih investicija za termoelektrane.

11. Ocijenjeno je opadanje postotka gubitaka u prijenosu od elektrana do središta konzuma, imajući u vidu razvoj strukture proizvodne osnovice elektroprivrede i visinu konzuma, kako su izašli iz prethodnih kalkulacija i uporedbom s troškovima u zemljama sa ostvarenom gustoćom konzuma po kvadratnom kilometru sličnog reda veličine kao predviđene za Jugoslaviju.

12. Ocijenjeno je opadanje troškova prijenosa kilovatsata od praga elektrana do središta konzuma, uzimajući u obzir momente iznesene pod 11. i napredak tehnike prijenosa (povišenje napona).

Upast će u oči, da nismo postavili predviđanje za porast cijene uglja, već da smo računali s konstantnom cijenom. Uzeli smo prosječnu cijenu od jedan dinar za

megakaloriju sadržanu u uglju franko elektrana. Na osnovu posebnog razmatranja, došli smo do ovih konstatacija i zaključaka:

a) U zadnjim godinama opada u Jugoslaviji realna cijena uglja, dobivena diobom nominalne cijene po megakaloriji sa indeksom cijena na malo od iste godine. Međutim, ova se pojava ne može stalno održati, unatoč sve bolje mehanizacije ekstrakcije kod ugljenika, unatoč eventualne primjene podzemne gazifikacije uglja u širokim razmjerama za pogon termoelektrana, jer se površinski, viši i bogatiji slojevi fosilnih goriva sve više iscrpljuju, pa ekstrakcija traži sve više sredstava i rada, i jer se nalazimo okruženi područjima u kojima se već počela podizati realna cijena uglja, ili gdje će to nastupiti u najbližoj budućnosti, a to će, svakako, putem upliva trgovine, utjecati na podizanje cijene uglja i u Jugoslaviji.

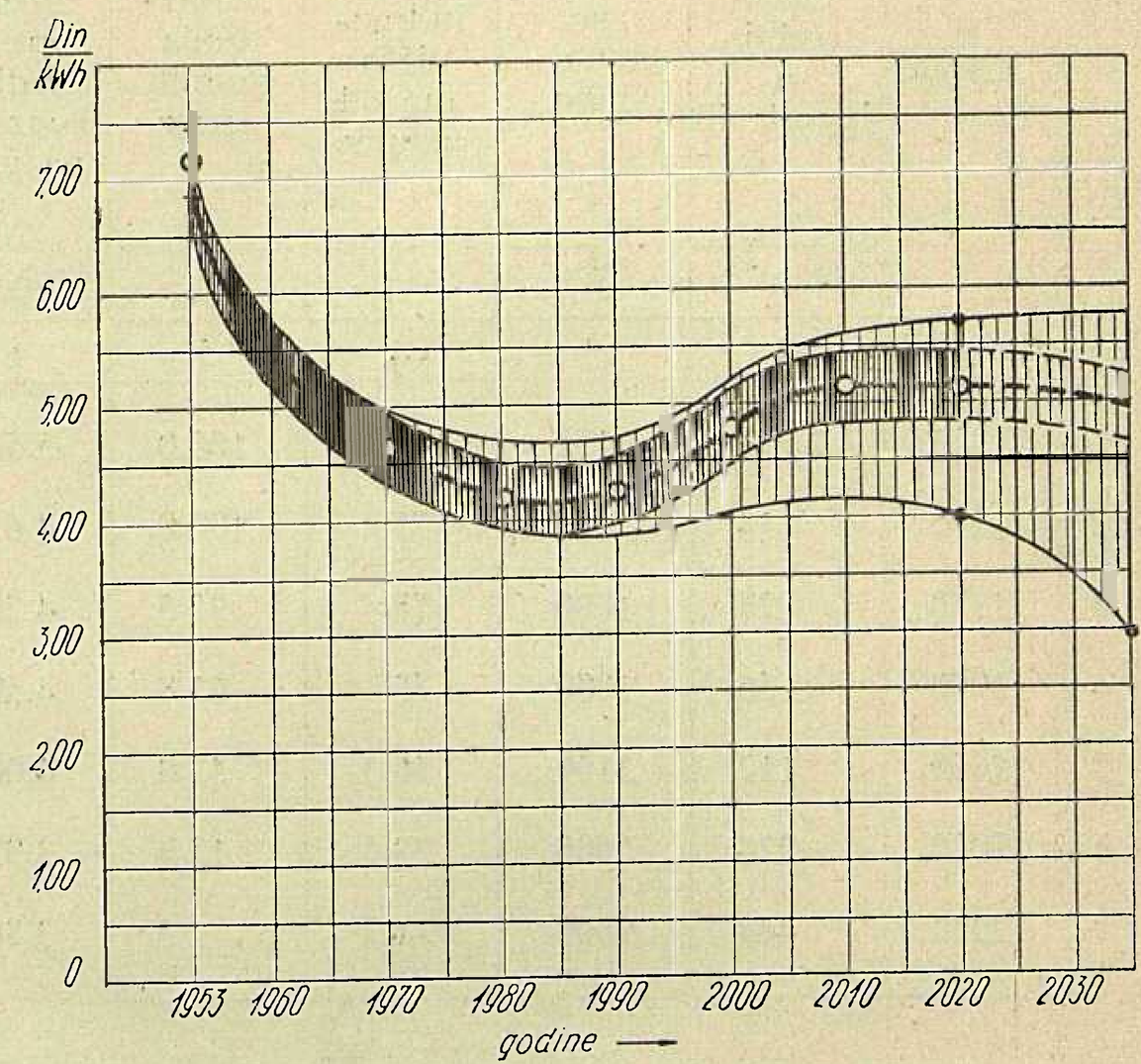
b) Vremenom, do devetog decenija ovog stoljeća, sve više će rasti udio otpadnog uglja, koji ekonomski ne podnosi transport, u snabdijevanju termoelektrana elektroprivrede. Ovo će svakako imati upliva u smjeru snižavanja odnosno održavanja cijene topline u uglju koji će trošiti elektroprivreda.

c) Prema svemu gornjemu, a na temelju provedenih detaljnih proračuna, uvjerili smo se da se može računati s time, da će realna cijena uglja, za termoelektrane elektroenergetskog sistema Jugoslavije, početi da stalno raste tek u devetom deceniju ovog vijeka. Uzgred napominjemo, da je ovaj privredni proces nastupio u Engleskoj već 1953.

Među naših dvanaest postavki ne pojavljuje se nuklearna proizvodnja električne energije. Upliv ove na cijenu električne energije bit će, svakako, neznatan u Jugoslaviji prije osamdesetih godina ovog stoljeća; [L. 18.]. Za vrijeme nakon 1980. teško je danas postaviti strukturu proizvodne cijene za energiju iz nuklearnih elektrana, a bez toga nije moguće ovaj elemenat uvrstiti u našu tablicu kalkulacija. Stoga smo, umjesto unošenja nuklearnih elektrana u naše kalkulacije, pretpostavili da će efekt ovih kompenzirati nepovoljne posljedice koje bi donosilo poskupljivanje uglja što će, prema naprijed iznesenom, možemo reći, »sigurno« nastupiti pod kraj ovog vijeka i za termoelektrane iz proizvodne osnovice naše elektroprivrede. Međutim, upliv nuklearnih elektrana uvažili smo kod linearizacije dobivenih krivulja, i kod ekstrapolacije. Na ekstrapolaciju već smo se osvrnuli, na linenarizaciju obazrijet ćemo se detaljnije malo kasnije.

U našoj osnovnoj razradi tablica kalkulacija sadržavala je 42 kolone, ali su neke operacije, i po više njih, vršene van tablice kod prijelaza iz vrijednosti iz jednog stupca na vrijednost u idućem stupcu tablice. Ovdje dajemo tablicu samo s polaznim i s nekim od izvedenih međurezultata, te sa svim konačnim rezultatima. Mada pridajemo mnogo manji stepen sigurnosti međurezultatima, izvedenim tokom naših kalkulacija, negoli konačnom rezultatu, naveli smo ovdje i one prve smatrajući da će i ti međurezultati s manjim stepenom sigurnosti dati korisnu ilustraciju vjerojatnog razvoja elektroprivrede, bar s indikativnim značenjem.

U koloni 19 naše tablice dato je koštanje kWh za trajanje upotrebe maksimalnog opterećenja po stupcu 6. Dobro nam može ilustrirati razvoj cijene samo grafički prikaz dat za konstantnu visinu trajanja upotrebe. Cijena koštanja kWh u ovisnosti od vremena, kod trajanja upotrebe maksimalnog opterećenja od 4000 h/god., izračunata po vrijednostima iz kolona 20 i 21 naše tablice, grafički je prikazana na slici 1.



Sl. 1. Vjerojatni perspektivni razvoj koštanja kWh sa trajanjem upotrebe 4000 h god., loko uravnoteženo središte konzuma u Jugoslaviji, na visokom naponu; izraženo u dinarima kupovne moći iz 1955. godine.

Napomene: 1. Prikazani razvoj odnosi se na ekonomske proizvodne cijene kWh, bez uračunatih fiskalnih troškova i doprinosa. 2. Postavke date ovim grafikonom treba povremeno podvrgnuti kontroli i provesti potrebne modifikacije, barem svakih deset godina.

izračunate vrijednosti najveće vjerojatnosti uz najpovoljniju provedbu izgradnje.

područje stepena točnosti računa i ocjena (± 0,30 Din/kWh).

područje mogućeg rasipanja (utjecaj nepredviđenih događaja i predviđenih, koji nisu mogli biti striktno obuhvaćeni cifarskom ocjenom). Granične linije ove zone treba smatrati geometrijskim mjestom srednjih vrijednosti od višegodišnjeg razvoja.

• računski kontrolirane ekstremne hipotetičke vrijednosti.

Ističemo, da smo posebnim studijama, i kalkulacijama za tri ekstremne točke, odredili širinu zone mogućeg rasipanja prema predviđenom razvoju. Kod toga smo uvažili, da iz posebnih razloga, na pr. poradi poteškoća finansiranja ili radi hitnosti izgradnje dodatnih proizvodnih kapaciteta, proizvodnu osnovicu elektroprivrede ne će biti moguće izgrađivati uvijek onako, da bi se dobila najniža moguća cijena proizvoda. Ovo je razlog za proširenje zone rasipanja prema gore, naročito u prvim decenijima druge polovice dvadesetog vijeka. Dvije točke na donjem rubu zone mogućeg rastresanja odnose se, prva na eventualnost direktne pretvorbe energije nuklearne fisije u električnu energiju, bez prijelaza kroz toplinsku i mehaničku međufazu [L. 21.], a druga na eventualnu proizvodnju električne energije fuzijom deuteria i vodika u helij, ili fuzijom drugih lakih atoma.

Ako bismo rentabilitet nekog ekonomskog pothvata sa dugim računskim vijekom trajanja, kao što ga, na primjer, predstavlja izgradnja hidroelektrane, htjeli računati od godine do godine, količina računskih operacija

Perspektivni razvoj koštanja kWh na v. n. u uravnoteženim središtima konzuma, u Jugoslaviji do godine 2.020.

	Godina	Ukupna proizvodnja u Jugoslaviji	Potrošak po stanovniku	Proizvodnja hidraulička dio od ukupne	Stepen iskorišćenja vodnih snaga	Trajanje upotrebe maks. opt. u središtu konzuma na v. n.	Hidraulička proizvodnja				
							Invest. količnik	Ukupni trošak proizvodnje	Inst. snaga	Trajanje upotrebe	Postotak garantirane dobave
		10^9 kWh	kWh	%	%	h/god.	Din kWh/god	10^9 Din	MW	h/god.	%
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1953	2.982	152	50	100,0	5.500		4.5	300,6	4.970[4])	
2	1970	14	570	75	100,0	4.670	30,—	27,4	2.673	3.930[4])	81
3	1980	28	1000	78	95,5	4.700	30,—	56,2	5.550	3.930	83
4	1990	56	1800	75	63,8	4.500	36,60	117,8	10.730	3.925	85
5	2000	112	3160	56,3	33,0	4.000	55,50	198,2	16.080	3.920	85
6	2010	224	5600	29,5	15,9	3.920	90,50	219,0	16.870	3.915	85
7	2020	448	9800	14,7	2,3	3.880	—	219,0	16.870	3.915	85

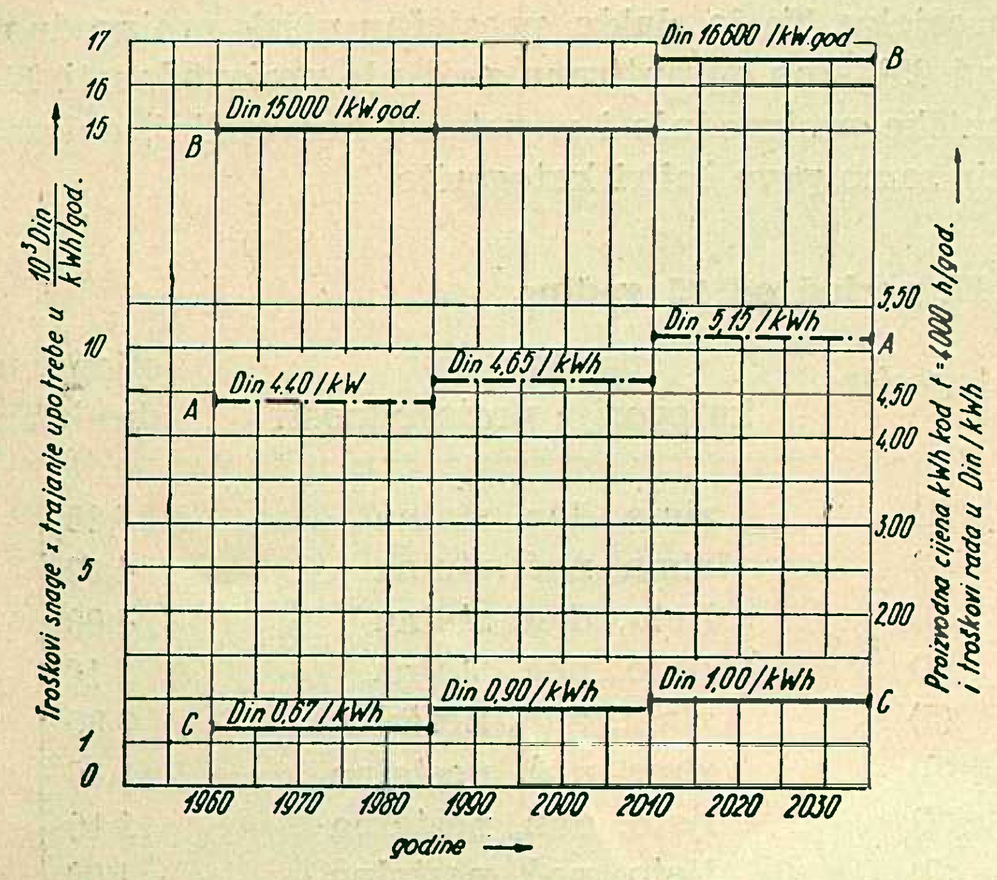
	Godina	Termička proizvodnja			Sveukupni trošak proizvodnje	Prijenos do središta konzuma na v. n.		Sveukupni trošak proizvodnje i prijenosa do sred. kon. na v. n.	Koštanje kWh na v. n. u središtu konzuma	Struktura proizvodne cijene el. energije na v. n. u središtu konzuma	
		Instalirana snaga u termoelektranama	Trajanje upotrebe inst. snage	Specifički potrošak za god. višak pr.		Količina električne energije fko sred. konz. na v. n.	Ukupni trošak prijenosa			Troškovi rada	Troškovi snage x trajanje upotrebe
		MW	h/god.	kcal/kWh	10^9 Din	10^9 Din	10^9 Din	10^9 Din	Din/kWh	Din/kWh	Din/kW/god.
0	1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1953	248,3	6.000	4.000	15,15	2.925	1,745	16,9	5,78	1,80	21.900
2	1970	1.078	3.200	2.929	51,4	13,72	6,86	58,3	4,25	0,72	16.450
3	1980	1.672	3.710	2.790	93,1	27,48	12,36	105,5	3,84	0,58	15.300
4	1990	4.082	3.400	2.780	197,9	55,1	22,0	219,9	4,00	0,59	15.350
5	2000	17.145	2.865	2.695	490,5	110,3	38,6	529,1	4,80	0,97	15.400
6	2010	50.580	3.120	2.550	1.067,7	220,2	72,7	1.140,5	5,18	1,20	15.600
7	2020	119.200	3.220	2.460	2.161,3	441,0	141,2	2.298,7	5,21	1,15	00815.

ne bi bila nesrazmjerna sa onim stepenom točnosti koji se može postići na osnovu predviđanja koja sama po sebi ne mogu biti posve točna, jer se odnose na dalju budućnost.

Obuhvaćeni period predviđanja od 75 godina, razdijelili smo, poradi gore iznesenog, na tri uzastopna perioda po 25 godina, za koje se može pretpostaviti kod primjene rezultata iz ovog prikaza, da će tokom svakoga od ovih perioda važiti konstantna cijena električne energije. Na slici 2 prikazane su za ova tri perioda: cijena snage po kW, i cijena rada po kWh od binomne strukture proizvodne cijene električne energije, i globalna cijena za kWh trajanja upotrebe maksimalnog opterećenja od 4000 h/god.

Uporedimo li prosječnu cijenu snage iz slike 2 od godine 2010. dalje sa vrijednostima iz kolone 21 tablice 1, vidjet ćemo da je prosječna cijena snage u slici 2 nešto previsoko određena. Naprotiv, cijena rada određena je nešto prenisko na tom istom grafu. Međutim, obe su razlike takove, da je cijena kilovatsata kod trajanja upotrebe maksimalnog opterećenja od 4000 h/god. istovjetna po slici 2 i po prosjeku iz vrijednosti datih u kolonama 21 i 20 tablice 1, i za period od 2010. do 2020. — Ove su razlike namjerno učinjene, da bi se vodilo

računa o učešću nuklearne proizvodnje u elektroenergetskom sistemu. Po svemu što se danas može zaključiti, nuklearna proizvodnja električne energije bit će, što se ekonomske strane tiče, karakterizirana visokim troškovima instaliranog učinka uz niske troškove goriva, te je to razlog gornjem našem postupku.



Sl. 2. Perspektivni razvoj koštanja kWh u Jugoslaviji, loko uravnoteženo središte konzuma.

Aproksimiranje perspektivnog razvoja linearizacijom u 3 jednolične plaže: A — za proizvodnu cijenu za kWh kod t = 4000 h/god.; B — za troškove snage x trajanje upotrebe; C — za troškove rada (varijabilne).

Napomena: Gornji jednolični iznosi važe za svaku grupu od tri uzastopna perioda po 25 godina, u kojoj prvi period započinje između 1960. i 1970. godine.

Prema gornjemu, konačno smo usvojili ove binomne strukture proizvodne cijene za električnu energiju na v. n. u uravnoteženim središtima konzuma u Jugoslaviji, za tri uzastopna perioda po 25 godina svaki, time da I. period može da počne teći bilo kada između godine 1960. i 1970., prema času puštanja u pogon pojedinog energetskog postrojenja, čiju ćemo rentabilnost razmatrati po tim cijenama.

period od 25 godina	struktura cijene i vrijednosti u din/kWh	
I	$c_I = \frac{15\,000}{t} + 0{,}67$	(2)
II	$c_{II} = \frac{15\,000}{t} + 0{,}90$	(2a)
III	$c_{III} = \frac{16\,600}{t} + 1{,}00$	(2b)

Ovdje t označava trajanje upotrebe maksimalnog opterećenja u godini.

Je li potrebno napose istaknuti da se ovdje uvijek radi o ekonomskim cijenama? Naši instrumenti za ekonomske kalkulacije obuhvaćaju i fiskalne troškove, poreze, i doprinose za omogućenje financiranja daljnje izgradnje zemlje i modernizacije njene opreme, i mijenjaju se vrlo brzo. Ovim posljednjim troškovima i doprinosima treba da država tereti svaku privrednu aktivnost, jer se ne može bez tog važnog izvora za financiranje javnih poslova te izgradnje i modernizacije opreme zemlje u skladu s napretkom nauke i tehnike. Međutim, kod planiranja i kod projektiranja potrebno nam je poznati upravo samu ekonomsku strukturu studiranog posla, dakle, ekonomsku cijenu, bez troškova poreza i doprinosa za daljnju izgradnju zemlje. Ako je neki pothvat tako zamišljen i njegova postrojenja ako su tako projektirana i izvedena da će pokazivati visoku rentabilnost, da će predstavljati optimum u pogledu iskorišćavanja raspoloživih sredstava proizvodnje, onda će se eksploatacijom moći postići najveći doprinosi za porez i za daljnju izgradnju opreme zemlje.

Gornje »ekonomske« cijene izračunate su na bazi ovih troškova:

1. troškovi pogona i održavanja,
2. troškovi obnove, i
3. troškovi kamata.

Pretpostavljeno je da će kamatnjak stalno opadati tako, da će mu prosječna vrijednost za gornja tri uzastopna perioda od 25 godina biti dana sa:

$r = 6\%$ za I. period (od 1. I. 1961. do 31. XII. 1985). (3)

$r = 5\%$ za II. period (od 1986. do 2010.) (3a)

$r = 4\%$ za III. period (od 2011. do 2035.) (3b)

Godišnje uplate u fond za obnovu kapitaliziraju se, putem kamata na kamate, po onoj kamatnoj stopi koja se u isto vrijeme naplaćuje na utrošena osnovna sredstva, t. j. po stopama iz jednadžbi (3).

Pretpostavljeno je osim toga, da ono što preostane od elektroprivrednih postrojenja nakon isteka njihovog računskog vijeka trajanja ne će imati nikakvu vrijednost. Ovo svakako ne će biti slučaj za mnoga od tih postrojenja, ili bar za pojedine objekte od kojih su ona sačinjena.

KATEGORIJE ELEKTRIČNE ENERGIJE, SA PRIPADNIM CIJENAMA

U zemljama sa isključivo termičkom proizvodnjom, krivulje konzuma u ovisnosti od vremena približno točno slijede prirodnu raspodjelu konzuma preko godine, baziranu na fiziološkim navikama čovjeka, na ekonomskoj strukturi zemlji, lokalnim klimatskim prilikama i na načinu života stanovništva uslovljenom životnim standardom. Oslanjajući se na konstatacije i razmatranja iznesena u publikacijama Ekonomske komisije za Evropu OUN i Unipède-a, uvažujući posebne okolnosti Jugoslavije i njihov predvidivi razvitak usvojili smo za »prirodnu« raspodjelu mjesečnih konzuma onu, koja je data grafikonom na slici 3.

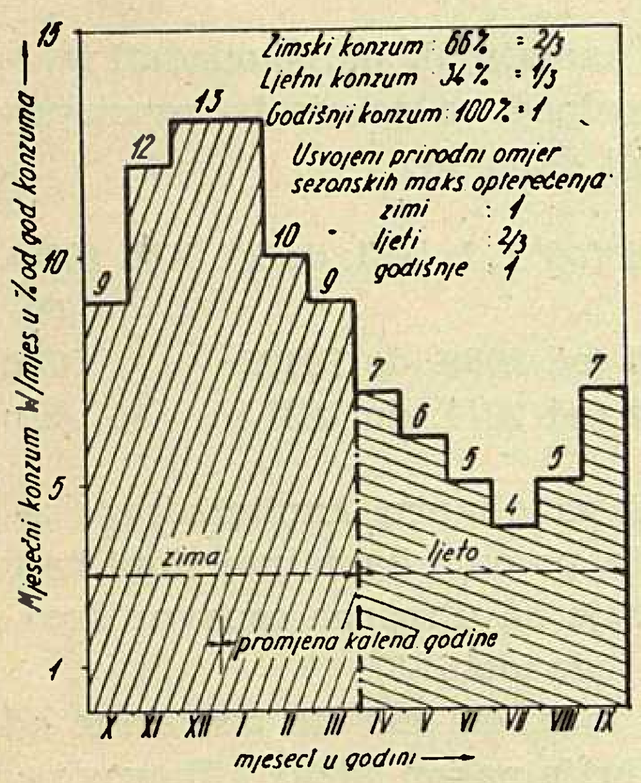
Kod našeg današnjeg stanja poznavanja mjesečnih indeksa hidrauličnosti, nije nam bilo moguće odrediti za svaki pojedini mjesec vrijednost energije, kako su to učinili na pr. Švicarci, [L. 7], već smo se morali zadovoljiti razlikovanjem između zime i ljeta u tom pogledu.

Razgraničenje godišnjih sezona odredili smo, prema okolnostima elektroprivrede tako da zima počinje 1. listopada jedne a da završava 31. ožujka iduće kalendarske godine. Time je najkritičniji mjesec za jugoslavensku elektroprivredu, listopad, uključen u zimsku sezonu, koja je kritičnija od ljetne.

Po grafu na slici 3 prirodan konzum zimi iznosi 66% od ukupnog godišnjeg konzuma. A neto-potencijal vodnih snaga Jugoslavije preko zime, kod pune izgradnje, iz-

nosi 54% od ukupnog godišnjeg neto-potencijala [L. 3]. Vidimo, uporedbom ovih dvaju omjera, da će za jugoslavensku elektroprivredu proizvodna cijena kilovatsata biti zimi viša nego ljeti. — Iskorišćavajući gornje podatke proveli smo studiju koja nam je dala omjer vrijednosti zimske energije prema ljetnoj.

Trajanje jakog opterećenja radnim danom u ljetnoj sezoni je 10 sati. Iz omjera konzuma i maksimalnih opterećenja tokom ljeta i takom zime kod »prirodne« raspodjele potrošnje električne energije po grafu na slici 3, izveli smo da trajanje jakog opterećenja zimi treba uzeti sa 13 sati radnim danom. Usvojili smo da sedmica ima, ljeti i zimi, 5,5 radnih dana.



Sl. 3. Usvojena prirodna raspodjela godišnjeg konzuma po mjesecima, za Jugoslaviju, za period do 2035. godine.

Polazeći od ovih postavki, računali smo na razne načine vrijednosti pojedinih kategorija električne energije, posebice za svaki od tri perioda po 25 godina, kako su naznačeni u jednadžbama (3). Svi ovi računi sadržavali su u sebi priličnu mjeru pojednostavnjivanja i ocjena, tako da rezultatima ni jednog od njih, pa ni onima od računa po marginalnim troškovima, nismo mogli dati punu važnost, već smo se odlučili na onaj niz vrijednosti koji je najbolje zadovoljavao sva gledišta, a u zbiru davao za trajanje upotrebe maksimalnog opterećenja od 4000 h/god. koštanje električne energije po slici 2, t. j.

kod t = 4000 h/god.

din 4,40/kWh za I. period (4)
din 4,65/kWh za II. period (4a)
din 5,15/kWh za III. period (4b)

Ovako su nastale tri serije vrijednosti za 8 kategorija električne energije, u dinarima kupovne moći iz 1955., koje navodimo kako slijedi:

Za I. period od 25 godina

kategorija	kratak opis kategorije proizvodnosti	cijena u din/kWh	
(1)	zima, dan, stalna	5,50	
(2)	zima, noć, stalna	3,80	
(3)	ljeto, dan, stalna	3,80	
(4)	ljeto, noć, stalna	1,90	(5)
(5)	zima, dan, nestalna	3,00	
(6)	zima, noć, nestalna	1,90	
(7)	ljeto, dan, nestalna	1,90	
(8)	ljeto, noć, nestalna	1,00	

U gornjem pregledu je, radi kratkoće, vrijeme jakog opterećenja označeno sa »dan«, a vrijeme slabog opterećenja sa »noć«. Nestalnom proizvodnošću je označena razlika između prosječne proizvodnosti, kod hidroelektrana, osigurane u dugogodišnjem prosjeku, i stalne proizvodnosti, koja je osigurana kroz 19 godina od 20, u prosjeku. To je, dakle, prosječan višak proizvodnosti iznad 95%-tno garantirane godišnje proizvodnosti. Kod termičke proizvodnje i u sistemu kao cjelini, dolaze u obzir samo prve četiri kategorije.

Za II. period od 25 godina

kategorija	kratak opis kategorije proizvodnosti	cijena u din/kWh	
(1)	zima, dan, stalna	5,80	
(2)	zima, noć, stalna	4,00	
(3)	ljeto, dan, stalna	4,00	
(4)	ljeto, noć, stalna	2,10	(6)
(5)	zima, dan, nestalna	3,30	
(6)	zima, noć, nestalna	2,10	
(7)	ljeto, dan, nestalna	2,10	
(8)	ljeto, noć, nestalna	1,00	

I konačno,

Za III. period od 25 godina

kategorija	kratak opis kategorije proizvodnosti	cijena u din/kWh	
(1)	zima, dan, stalna	6,50	
(2)	zima, noć, stalna	4,40	
(3)	ljeto, dan, stalna	4,40	
(4)	ljeto, noć, stalna	2,10	(7)
(5)	zima, dan, nestalna	3,70	
(6)	zima, noć, nestalna	2,30	
(7)	ljeto, dan, nestalna	2,30	
(8)	ljeto, noć, nestalna	1,00	

Provjeravanja valjanosti ovih postavki, koje smo proveli na razne načine, naročito uporedbom sa sličnim postavkama u drugim zemljama, uvažujući kod te uporedbe razliku okolnosti [L. 7, 12, 15, 17], dovela su nas do uvjerenja da su gornja tri niza cijena veoma dobro odabrana. — Naravno, da će ih vremenom biti potrebno podvrgnuti kontroli i modifikaciji, kako smo to već istakli.

Gornje tri serije cijena usvojili smo za praktičnu primjenu kod raznih studija rentabilnosti. Njihovom primjenom dobili smo u svakom slučaju, vrlo korisne ekonomsko-tehničke indikacije.

U jednom od narednih brojeva ovog lista osvrnut ćemo se potanje na praktičnu primjenu rezultata razmatranja koja smo ovdje prikazali.

Izvod iz literature i dokumentacije

[1] Putnam: »Energy in the Future« — Ed. Van Nostrand — New York — 1955.

[2] Požar H.: »Grube elektroenergetske bilance Jugoslavije 1957. do 1970. god.« — Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1955.

[3] C. E. E.: »Possibilités d'exportation d'énergie électrique en provenance de la Yougoslavie« — Ed. N. U. — C. E. E., Genève, 1955.

[4] O. E. C. E.: »L'industrie de l'Electricité en Europe — 1955.« — Ed. Organisation Européenne de Coopération Economique, Paris, 1955.
[5] C. E. E.: »La Situation de l'Energie électrique en Europe en 1953/1954« — Ed. N. U. — Commission économique pour l'Europe, Genève, 1955.
[6] C. E. E : »Les Mouvements d'Energie électrique à travers les Frontières des Pays européens« — Ed. N. U. — C. E. E. — Genève, 1952.
[7] A. S. E. A. »Directives pour l'Etude comparative de la rentabilité d'avant — projets d'usines hydrauliques«. — Ed. Association suisse pour l'aménagement des eaux, Zürich — 1949.
[8] Planić R.: »Investicioni i proizvodni troškovi hidro- i termoelektrana« — Ekonomski pregled, Zagreb, novembar 1954.
[9] V. U.: »Kosten- und Ertragslage der Elektrizitätswirtschaft im Bundesgebiet 1952« — Ed. Verbundunternehmen, Heidelberg, 1953.
[10] I. E.: »Godišnjak Biltena Elektroprivrednog sistema Hrvatske — 1953« — Zagreb, 1955.
[11] O. E. C. E.: »Développement des taux d'escompte, des obligations et des émissions d'actions de 1952 à 1954, dans divers pays« — Ed. O. E. C. E. Paris, 1954.
[12] Tissier J.: »Comparaison des Projets d'Opérations de Production d'Energie Electrique« — UNIPEDE — Congrès de Rome — 1952.
[13] Fourastié J.: »La prévision économique au service de la Nation et de l'Entreprise« — Ed. Presses Universitaires de France, Paris, 1955.
[14] U. C. P. T. E.: »Rapport Annuel 1954—1955« — Ed. Secrétariat de l'Union pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Electricité, Bruxelles, 1955.
[15] British Electricity Authority: »7th Annual Report and Accounts 1954—5« — Ed. Her Majesty's Stationery Office, London, 1955.
[16] Massé: »La Notion d'Espérance Marginale« — Ed. Electricité de France, Paris, 1955.
[17] Boiteux M.: »Le tarif vert d'Electricité de France« — Revue Française de l'Energie, Paris, janvier 1957.
[18] Leskovar M.: »Nuklearna energija i naša elektroprivreda«, Bilten Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i Instituta za elektroprivredu u Zagrebu, Zagreb, 1956/br. 4—5 i br. 6—7, 1956.
[19] Leskovar M.: »Deklasiranje termoelektrana i perspektivno planiranje«, Energija, br. 9—10/1957., Zagreb, 1957.
[20] Leskovar M.: »Udvostručenje konzuma električne energije svakih deset godina« — Energija, br. 11—12/1957, Zagreb, 1957.
[21] Nucleonics, New York, 1957.

OBNOVA I PROŠIRENJE ELEKTRIČNE MREŽE GRADA PULE I OKOLICE

Ing. Aleksandar Grlić, Elektro-Istra, Pula*

621.316.1.004.68

U nizu članaka, što govore o naporima oko proširenja i obnove gradskih mreža, a koji su već objavljeni i još će biti objelodanjeni u ovom časopisu, ovaj članak prikazuje stanje gradske mreže grada Pule i mreže okolice. Naznačen je perspektivni razvoj mreže i opisani su radovi na rekonstrukciji električne mreže. Navedena su i potrebna novčana sredstva za rekonstrukciju.

Na području Pule se relativno rano, prema ostalim gradovima, počela koristiti električna energija. U svrhe rasvjete koristi se električna energija već godine 1898. Električni tramvaj saobraća od godine 1903. (Ukida se godine 1928.). Trofazni sistem 380/220 V uvodi se 1916. nakon što je izgrađena dieselelektrana. Trafostanica 50/10 kV Gregovica izgrađena je godine 1927. te je dosad napajala distributivnu gradsku mrežu.

Ukupna instalirana snaga postojeće trafostanice 50/10 kV Gregovica iznosi 10 MVA. U trafostanici je instaliran jedan trofazni uljni transformator 50/10 kV od 6 MVA te dva transformatora od 2 MVA. Transformatori radi različitih karakteristika ne mogu raditi paralelno. U stanici je također instaliran i regulacioni transformator od 6 MVA.

Pogonske prilike u TS Gregovica u pogledu transformacije bile su zadovoljavajuće do godine 1953. U sadašnjem stanju radi povećanja potrošnje, ova TS predstavlja usko grlo transformacije.

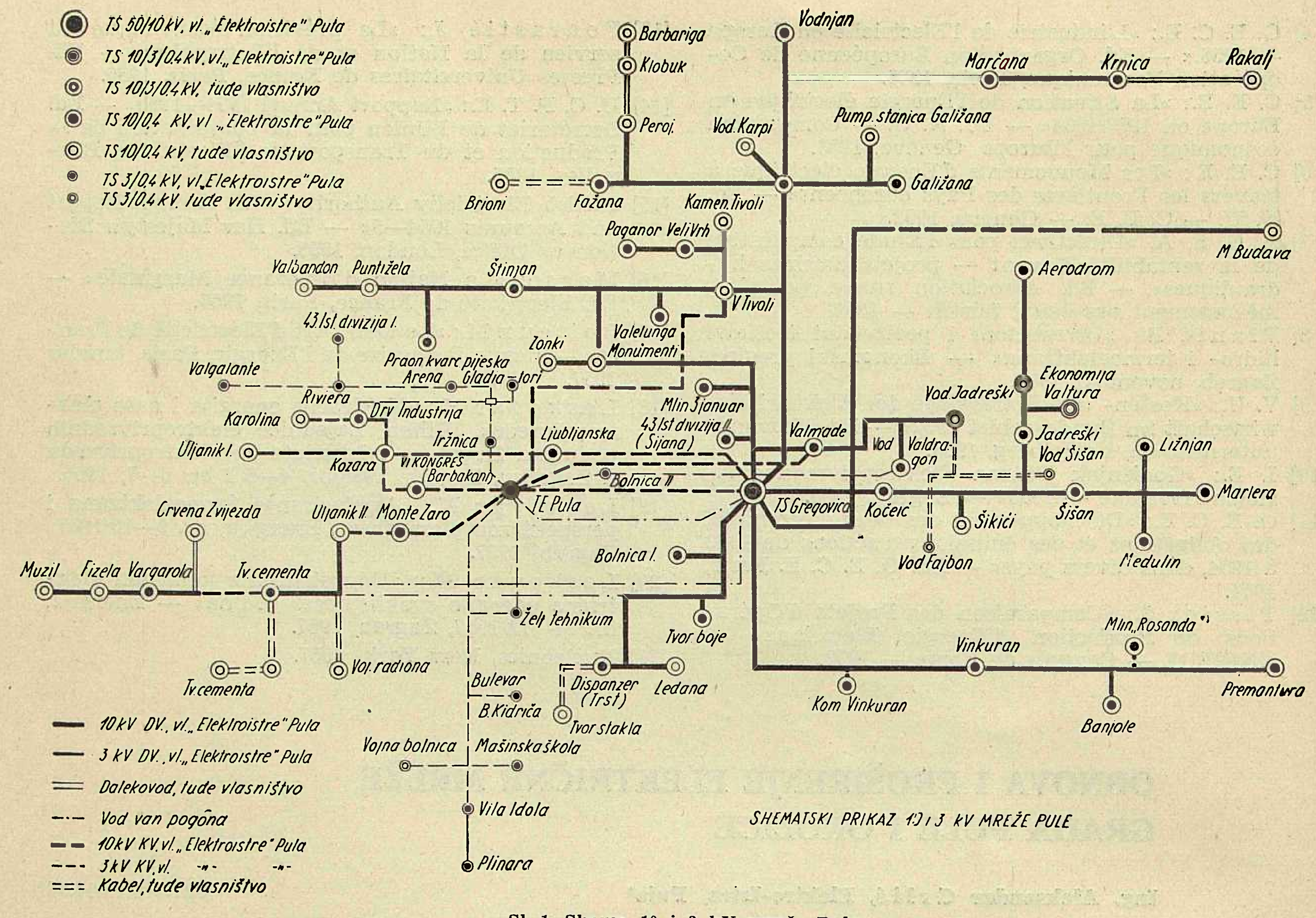
TS 50/10 kV Gregovica se napaja električnom energijom iz 50 kV mreže Sjeverozapadne Hrvatske i Slovenije preko transformatorskih stanica 110/50/30 kV Matulji i 110/50 Sežana. Po potrebi može se ova TS snabdijevati djelomično i iz termoelektrane Vlaška. Ova trafostanica osim grada napaja i njegovu okolicu.

U Puli postoje također dvije industrijske elektrane i to: elektrana Tvornice cementa, koja prema sadašnjem stanju postrojenja može proizvesti 1400 kW i dieselelektrana brodogradilišta »Uljanik«, sa agregatom, koji u sadašnjem stanju daje maksimalno 700 kW. Obe elektrane rade povremeno, prema potrebi, odvojeno od mreže.

Distributivna gradska mreža 10 i 3 kV (sl. 1) izvedena je pretežno kao kabelska. Većim dijelom ona je zastarjele izvedbe (iz vremena prije I. svjetskog rata). Neki dijelovi mreže postavljeni su u novije vrijeme (tako su na pr. 1955. g. postavljeni 10 kV kabeli 3×95 mm² i 3×70 mm² na dionici TS Gregovica — Uljanik i TS Gregovica — Arsenal, a. g. 1957. 10 kV vod Cu 3×25 mm² na dionici TS 50/10 kV Gregovica—Aerodrom—Mala Budava).

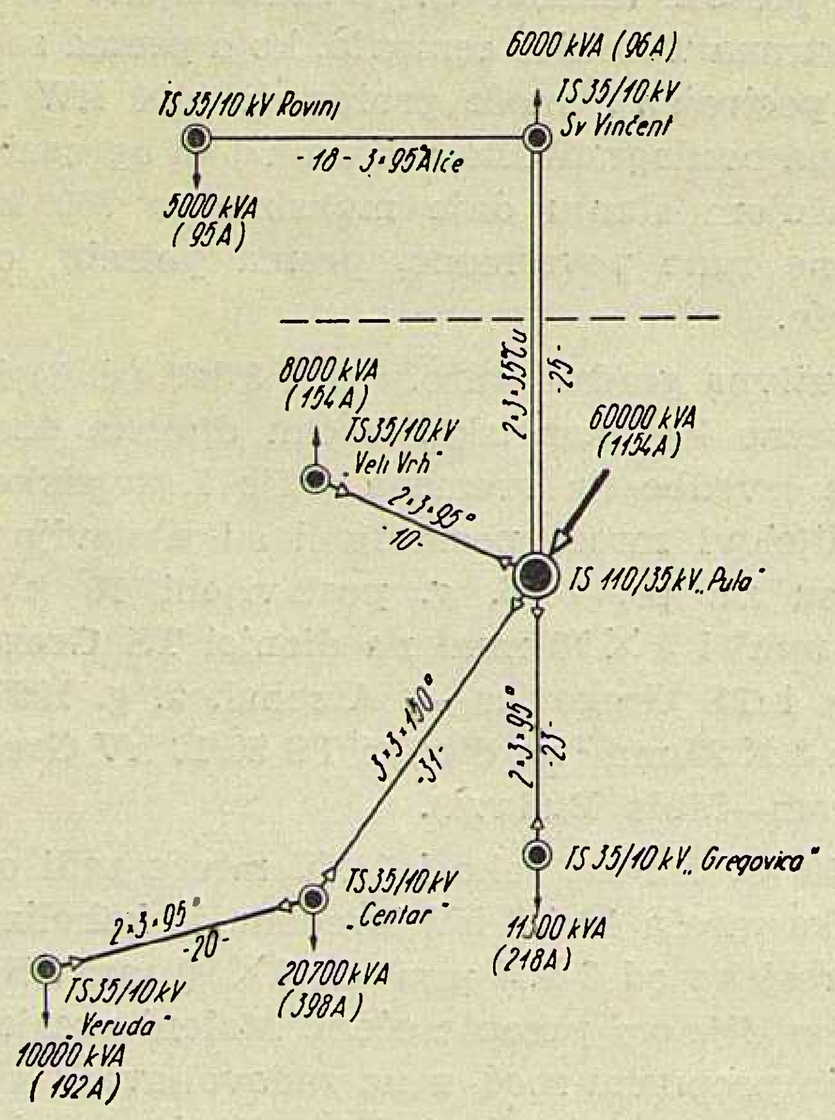
Kako 10 kV mreža, tako i 3 kV mreža radi otvoreno. Kabelska mreža 10 i 3 kV izvedena je kabelima različitih presjeka od 3×8 mm² do 3×95 mm². Kabeli su najvećim dijelom preopterećeni. Maleni presjeci ograničavaju propusnu moć, a ne zadovoljavaju s obzirom na termička naprezanja kako uslijed preopterećenja, tako i uslijed struja kratkog spoja. Uslijed dotrajalosti, malenih presjeka i lošeg polaganja kabela kao i oštećenja tokom rata, na kabelskoj mreži imamo česte ispade. Zračni 10 kV, vodovi, koji uglavnom služe za napajanje šire okolice električnom energijom, zasad

* Vidi i članak I. Janić, Električna mreža grada Pule, Eenergija 1957, br. 9–10, str. 270–278.



Sl. 1. Shema 10 i 3 kV mreže Pule.

zadovoljavaju, premda i ovdje radi duljine pojedinih vodova, kao i broja priključenih trafostanica 10/0,4 kV imade dosta ispada. U samom gradu 10 kV zračni vo-



Sl. 2. Perspektivno rješenje 35 kV mreže na području Pule.

dovi se napuštaju i zamjenjuju kabelskim. Stanje postojećih 10/0,4 kV i 3/0,4 kV trafostanica ni izdaleka nije zadovoljavajuće. Trafostanice su, izuzev par novih, zastarjele izvedbe talijanskog tipa. Većina od njih je smještena u nepodesnim prostorijama, sa transformatorima malene snage.

Lokacija postojećih trafostanica kao i njihov broj također ne zadovoljava potrebe grada. Povećana stambena izgradnja, porast potrošnje u kućanstvu, kao i u industriji, zahtijevaju kako rekonstrukciju postojećih trafostanica, tako i gradnju novih.

Niskonaponska mreža izvedena je većinom kao nadzemna. Pretežno radi sa naponom 380/220 V. Djelomično se još upotrebljava napon (sistem) 3 × 220 V. Za potrebe vodovoda upotrebljavaju se i naponi 3 × 300 i 3 × 500 V. Radi malenih presjeka, a obzirom na konstantno povećanje električne potrošnje (za primjer navodimo eksponencijalni godišnji prirast električne energije u kućanstvu za vremenski period od 1948. do 1955. koji iznosi 30,2%.) Imamo veliko preopterećenje postojeće niskonaponske mreže. Osim velikih padova napona dolazi, radi preopterećenosti, do čestih izbacivanja mreže.

Javna rasvjeta u Puli je najvećim dijelom izvedena kao serijska sa stalnom strujom od 6,6 A. Stalna veličina struje se postiže pomoću posebnih (regulacionih) transformatora. Ovakva izvedba javne rasvjete traži dosta komplicirane uređaje, a sijalice za nju potrebno je nabavljati iz inozemstva. jer ih domaće tvornice ne proizvode. Osim serijske rasvjete postoji paralelna (220 V), na koju se postepeno prelazi. U centru grada djelomično se je uvela flourescentna rasvjeta.

PERSPEKTIVNI RAZVOJ

Za perspektivni razvoj električne distributivne mreže usvojen je osnovni projekat energetskog čvora i električne mreže grada Pule, koji je izrađen u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu.

Ovaj projekat obuhvaća razvoj konzuma u vremenskom periodu od cca 30 godina (do godine 1985.). Kroz to vrijeme ukupno maksimalno opterećenje Pule povećalo bi se na 40 MW (50 MVA). Progresivni godišnji prirast za maksimalno opterećenje iznosi 5,5%.

Prema projektu (sl. 2) opskrba distributivne mreže električnom energijom riješit će se izgradnjom jedne 110/35 kV trafostanice (sa transformatorima, u konačnoj etapi 2 × 31,5 MVA), kojoj će biti osigurano dvostrano napajanje preko 110 kV vodova. Na ovu trafostanicu priključit će se, osim gradskih trafostanica 35/10 kV, i trafostanica 35/10 kV Rovinj kao i trafostanica 35/10 kV Sv. Vinčent, s ukupnim opterećenjem od cca 8 MW.

U gradu se predviđa izgradnja 4 transformatorskih stanica 35/10 kV, kao i većeg broja distributivnih stanica 10/0,4 kV.

Trafostanice 10/0,4 kV na gradskom području predviđit će se za snage transformatora od 400 kVA. Visokonaponska mreža 30 i 10 kV (3 kV treba da se ukine) izvest će se na području grada kao kabelska radijalna. Za 35 kV mrežu upotrebit će se kabeli NHEKBA presjeka 3 × 150 mm² i 3 × 95 mm², za 10 kV kabelsku mrežu upotrebit će se kabeli NKBA 3 × 95 mm².

Niskonaponska mreža 380/220 V izvest će se djelomično kao zamkasta, što će znatno osigurati snabdijevanje potrošača. Predviđeno je da se zamkasta mreža izvede u centru grada (kao kabelska sa kabelima 4 × 95 mm²). Na periferiji odabrana je otvorena izvedba niskonaponske kabelske mreže, no s mogućnošću napajanja s druge strane u slučaju kvara. Za daljnju periferiju i nadalje će se koristiti nadzemna mreža.

RADOVI NA REKONSTRUKCIJI ELEKTRIČNE MREŽE

Nakon rata, točnije 19. XI. 1947., izvršena je nacionalizacija električnog postrojenja od bivšeg vlasnika poduzeća »SELVEG«. Preuzeta električna postrojenja bila su u istrošenom stanju, jer od 1938. pa do 1947. godine nisu na njima vršeni znatni popravci. Postrojenja su preuzeta bez rezervnog alata i opreme, pošto je poduzeće SELVEG koliko god je to bilo moguće, a naročito iz Pule, odnijelo rezervnu opremu. (Tom prilikom je iz Pule odvučen i jedan rezervni transformator od 6 MVA, koji se nalazio u TS 50/10 kV Gregovica).

Velike poteškoće predstavljao je i manjak kvalificiranog osoblja jer je dosta radnika, bivšeg poduzeća SELVEG, napustilo radna mjesta. Na njihova mjesta postavljen je novi personal, koji je trebalo tek priučavati poslu. Od 1947. do 1951. nije se na električnim postrojenjima vršilo povećanje instalirane snage. Kroz to vrijeme najvećim dijelom se radilo na zamjeni trulih stupova. Godine 1951. započela je elektrifikacija sela u manjem obimu. Tako je u široj okolici Pule elektrificirano selo Krnica 1951., Premantura 1953., Peroj 1953. U samoj Puli počinje poduzeće Elektroistra rekonstrukcijama distributivnih trafostanica i to: TS 10/0,4 kV Drvna Industrija 1952., TS 10/0,4 kV Kozara 1953. TS 10/0,4 kV Ljubljanska ul. 1955/56., TS 10/0,4 kV Monte Zaro 1956., TS 50/10 kV Gregovica (rekonstrukcija 10 kV dijela) 1956/57. TS 10/0,4 kV Bolnica 1956/57. Istovremeno od drugih investitora izgrađeno je u vremenskom razdoblju od 1951 do 1957. 10 novih trafostanica.

Na 10 kV vodovima znatnijih rekonstrukcija nije bilo, osim što je stavljen 10 kV vod TS 50/10 kV Gregovica—Arsenal (vod Industrija) djelomično van pogona i on je zamijenjen 10 kV kabelom presjeka 3 × 95 mm² (1955/56 godine). Postavljen je također 10 kV kabel 3 × 70 mm² od TS 50/10 Gregovica do TS Uljanik preko TS 10/0,4 kV Ljubljanska i TS 10/0,4 kV Kozara (1954/1955.). Oba ova kabela nabavilo je Brodogradilište »Uljanik«.

Rekonstrukcija javne rasvjete počinje se djelomično provoditi od godine 1954., kad se uvodi fluorescentna rasvjeta po glavnim ulicama. Na većim rekonstrukcijama niskonaponske mreže počinje se raditi tek godine 1955. Koncem 1956. Elektroistra preuzima t. zv. divlje niskonaponske mreže i iz sredstava amortizacionog fonda radi tokom 1957. na njihovom popravku i rekonstrukcijama. Ove mreže, koje se nalaze većinom na periferiji grada, kao i u okolnim selima, bile su najvećim dijelom podignute sa strane okupacione vojske tokom rata 1943/44. Izvedba ovih mreža ni izdaleka nije zadovoljavala propise (maleni presjeci vodiča 2,5 mm² i 4 mm²), te su radi dotrajalosti kako stupova tako i vodiča predstavljale opasnost i pravile česte smetnje u pogonu.

Završetkom osnovnog projekta energetskog čvora i električne mreže grada Pule pristupilo se pripremnim radovima na rekonstrukciji čitave gradske električne mreže.

U prvoj etapi 1957/58. predviđa se rekonstrukcija postojećeg 50 kV voda Vlaška—Pula na 110 kV vod. Troškove ove rekonstrukcije snosit će poduzeće »Elektroprenos«, iz sredstava amortizacije. Izgradnja nove 110/35 kV trafostanice Pula predviđena je također etapno i to tokom 1957/58. Za prvu etapu predviđa se izgradnja građevinskog dijela u cijelosti s izuzetkom temelja za opremu koja će se tek kasnije prema potrebi montirati. U prvoj etapi ugradit će se dva transformatora od 10 MVA, jedno vodno polje 110 kV (bez sklopke) za 110 kV vod Vlaška—Pula, dva transformatorska polja na 110 kV i dva na 35 kV strani. Na 35 kV strani osim transformatorskih, dolaze dva vodna i dva mjerna polja, te polje za kućni transformator. U gradu na mjestu stare Dieselelektrane i sadašnje TS 10/0,4 kV Centar, pristupit će se izgradnji 35/10 kV trafostanice. Za prvu etapu predviđa se da ova trafostanica radi sa transformatorom od 8 MVA (u završnoj etapi 3 × 8 MVA). Izgradnjom ove TS znatno će se rasteretiti postojeća 50/10 kV TS Gregovica. Rekonstrukcija 50/10 kV TS Gregovica na 35/10 kV predviđa se u II. etapi.

S izgradnjom 35/10 kV TS Centar, potrebno je izvršiti polaganje 35 kV kabela NHEKBA 3 × 150 mm² na dionici TS 110/35 kV Pula—TS 35/10 kV Centar dužine cca 3,1 km. Sredstva za izgradnju ove 35/10 kV trafostanice kao i kabela osigurana su tek djelomično iz amortizacionog fonda poduzeća. Od distributivnih

gradskih trafostanica predviđa se tokom godine 1958. rekonstrukcija slijedećih stanica: TS 3/0,4 kV Tržnica, TS 10/0,4 VI. Kongres, TS 3/0,4 kV Rivijera, TS 3/0,4 kV Gladijatori, TS 3/0,4 kV 43. Istarske Divizije. Pripremni radovi za rekonstrukciju ovih trafostanica već su dovršeni.

Troškovi rekonstrukcije ovih TS kao i nabava i polaganje cca 4,5 km 10 kV kabela 3 × 95 mm² past će na teret amortizacionog fonda »Elektroistre«. Osim rekonstrukcije gore navedenih trafostanica dobivena je narudžba sa strane Narodnog odbora općine Pula za izgradnju 5 novih trafostanica. Također se tokom 1958. predviđa polaganje 10 kV kabela NKBA 3 × 120 mm² na dionici TS Centar—TS Tvornica cementa. Troškove nabave i polaganje ovog kabela snosila bi Tvornica cementa »Giulio Revelante«. Na rekonstrukciji niskonaponske mreže tokom g. 1958. predviđaju se manji radovi s obzirom na pomanjkanje novčanih sredstava. Tokom godine 1958. pristupit će se razradi projekta kabelske niskonaponske mreže na gradskom području.

Predviđena je nadalje rekonstrukcija serijske javne rasvjete na obali kao i Brdu Zaro. Sredstva za ovu rekonstrukciju osigurana su iz amortizacionog fonda poduzeća »Elektroistra«. Nabava novčanih sredstava za rekonstrukciju prikazana je u tablici.

Objekt	Sredstva, 10² Din	Fond
110/35 kV TS Pula	336.200	Opći investicioni
35/10 kV TS Centar sa 35 kV kabelom	127.000	Djelomično amort., a djel. kredit
Rekonstrukcija gradskih 10/0,4 TS sa polaganjem 10 kV kabela	70.000	Amortizacioni
Rekonstrukcija javne rasvjete i Brdo Zaro	14.600	Amortizacioni

Ovdje navedeni novčani iznosi uzeti su orijentaciono.

RAZNO

Razvoj i stanje elektrifikacije NR Hrvatske u 1956

Demografski momenti kao baza za ocjenu elektrifikacije

Razvoj elektrifikacije neke zemlje, odnosno promatranog područja, može se grubo ocijeniti već i prema razvoju broja elektrificiranih naselja.

Stanje broja elektrificiranih naselja prema broju stanovnika u 1956. prikazano je u tabeli 1.

Tabela 1

POKAZATELJ		Preko 10000 stan.	5001-10000 stan.	2001-5000 stan.	1001-2000 stan.	Ispod 1000 stan.	Ukupno
Ukupan broj naselja		17	19	136	501	6072	6745
Broj elektrif. „		17	19	105	261	2214	2616
% elektrifikacije		100,0	100,0	77,3	52,0	36,4	38,8
Godišnji porast broja novoelektrif. naselja	1919-1945	0,2	0,3	1,9	3,5	24,1	30
	1946-1956	—	0,3	4,0	14,6	104,1	159

Stanje elektrifikacije dobije se iz ove tabele stavljanjem u odnos broja elektrificiranih naselja i ukupnog broja naselja. Kod toga je upadljivo da procenat elektrifikacije raste s povišenjem broja stanovnika u tim naseljima. Tako primjećujemo da procenat elektrificiranosti kod naselja preko 5000 stanovnika iznosi 100%, kod naselja između 2000—5000 je nešto preko 75%, od 1000—2000 iznosi oko 50%, a ispod 1000 stanovnika je čak ispod 25%.

Godišnji porast broja elektrificiranih naselja pokazuje očiti pad s povećanjem broja stanovnika, obratno od postotka elektrificiranosti naselja. Vrijeme promatranja podijelili smo na dva perioda, sa graničnom godinom 1955. Godišnji porast poslije 1955. je više nego peterostruk (159 naselja godišnje) od onog prije 1955. (30 naselja). Osobito je velik porast broja novoelektrificiranih naselja ispod 1000 stanovnika.

Ocjenjujemo li stanje elektrificiranosti prema broju elektrificiranih naselja, moramo imati u vidu i broj stanovnika koji žive u tim naseljima prema ukupnom broju stanovnika. Tako je koncem 1956. u elektrificiranim naseljima živjelo 58,6% ukupnog stanovništva NR Hrvatske.

Pravu sliku o stanju elektrifikacije najbolje pokazuju podaci o broju elektrificiranih domaćinstava, naročito ako se kod toga izvrši još i podjela na domaćinstva koja se opskrbljuju iz elektroenergetskog sistema, a posebno na ona koja se opskrbljuju iz lokalnih izvora, jer je ovaj drugi izvor opskrbe ograničen vremenski i količinski, te prema tome i znatno niže vrijednosti.

Od ukupno 1,031.860 domaćinstava (prema stanju popisa iz 1953.) na području NR Hrvatske broj priključenih domaćinstava koncem 1956. iznosi: 495.834, t. j. 48,1%, od čega otpada na domaćinstva opskrbljivana iz elektroenergetskog sistema 61,2% (304.631 domaćinstvo). Uspoređujemo li broj elektrificiranih domaćinstva s ukupnim brojem domaćinstava u elektrificiranim naseljima dobit ćemo još jedan aspekt elektrificiranosti, koji ima u zajednici s ostalima najveći udio u objašnjavanju toga problema (tabela 2).

Tabela 2

Stanje koncem 1956.	Preko 10000 stan.	5001-10000 stan.	2001-5000 stan.	1001-2000 stan.	Ispod 1000 stan.	Ukupno
Domać. u elektrific. naseljima	284.312	37.464	86.324	93.457	178.880	680.437
Elektrif. domać.	201.843	28.368	60.412	61.431	143.780	495.834
% elektrificiranosti	71,0	75,9	70,0	66,0	79,4	72,8

Prilična ujednačenost postotka elektrificiranih domaćinstava prema ukupnom broju domaćinstava u elektrificiranim naseljima, promatrana po kategorijama

naselja, ukazuje na brži tempo priključivanja u većim naseljima.
Izvan diskusije je, da i geografski smještaj ima golem utjecaj na opće stanje elektrifikacije nekoga kraja. U elektroprivredi je uobičajeno da se statistički prikazi, osobito energetski, daju po elektroenergetskim sistemima. Imajući u vidu utjecaj geografskog smještaja na stanje elektrifikacije nekog kraja ova podjela nije dovoljna, već je potrebna uža, na pr. prema poljoprivrednim rajonima, kao što je to učinjeno u elaboratu: Dr. Ing. Hrvoje Požar — Stanje i razvoj elektrifikacije naselja i domaćinstava u NR Hrvatskoj (Institut 1955.). Prema tom elaboratu teritorij NR Hrvatske podijeljen je na 5 dijelova: uža Hrvatska (uglavnom područje »Elektre« Zagreb), Lika—Gorski Kotar, Istra—Hrv. Primorje, Dalmacija i Slavonija.
Prema toj teritorijalnoj podjeli stanje broja elektrificiranih naselja u 1956. prema ukupnom broju naselja (po kategorijama naselja) izgleda ovako:

Tabela 3

PODRUČJE	Preko 10000 stan.	5001-10000 stan.	2001-5000 stan.	1001-2000 stan.	Ispod 1000 stan.	Ukupno
Uža Hrvatska	100,0	100,0	81,2	64,1	40,5	42,1
Lika-Gorski Kotar	—	100,0	80,0	38,8	34,1	34,7
Istra-Hrv. Primorje	100,0	100.0	100,0	93,4	46,1	48,3
Dalmacija	100,0	100,0	64,7	44,2	20,4	27.3
Slavonija	100,0	100,0	76,4	41,5	14,6	22,1

Najlošije stanje u pogledu broja elektrificiranih naselja je u Slavoniji, a ni u Dalmaciji nije mnogo bolje. Najslabiji postotak elektrificiranosti imamo u Slavoniji kod naselja ispod 1000 stanovnika. Ukratko, nijedno područje još nije dostiglo stupanj elektrificiranosti 50%.
Postotak elektrificiranih domaćinstava prema ukupnom broju domaćinstava u elektrificiranim naseljima koncem 1956. po područjima izgleda ovako:

Tabela 4

PODRUČJE	Preko 10000 stan. %	5001-10000 stan. %	2001-5000 stan. %	1001-2000 stan. %	Ispod 1000 stan. %	Ukupno %
Uža Hrvatska	81,9	70,8	59,9	66,5	71,9	75,0
Lika—Gorski Kotar	—	73,7	63,5	60,9	66,8	65,9
Istra—Hrv. Primorje	78,7	93,2	50,4	84,3	82,0	81,7
Dalmacija	75,8	45,1	74,0	62,5	69,8	71,4
Slavonija	71,0	61,8	50,2	42,5	53,0	57,4

Po područjima je najviši procenat priključenih domaćinstava u Istri i Hrv. Primorju, a najslabiji u Slavoniji. Najviši procenat priključenih domaćinstava uopće imamo u Istri kod naselja između 5001 i 10.000 stanovnika, a najniži u Slavoniji kod naselja između 1001 i 2000 stanovnika. Na svaki način kod uže Hrvatske bi bio za očekivati veći procenat priključenih domaćinstava, s obzirom na visoko razvijenu mrežu.
Stanje elektrificiranosti može se vrlo dobro ocijeniti na osnovu specifične godišnje proizvodnje i potrošnje električne energije po stanovniku.

	GWh			kWh/stanovniku i indeks za 1956.				
	1939	1946	1956	1939	1946	1956	1939 = 100	1946 = 100
Proizvodnja	432	274	1008	119	74	252	212	340
Potrošnja	487	414	1403	134	112	350	261	312

Godinom 1956. se je predratna proizvodnja povećala 2,34 puta, a potrošnja 2,88 puta. Istovremeno je specifična proizvodnja porasla u odnosu na 1939. godinu 2,12 puta, a specifična potrošnja 2,71 puta. Znači da potrebe rastu brže od proizvodnih mogućnosti, što predstavlja ozbiljan problem, koji je rješiv jedino dubljim zahvatom na području izgradnje elektroenergetskih postrojenja.

Izgradnja električnih postrojenja

Prvi elektrifikacioni plan obuhvaća razdoblje od god. 1946.—1954., a sadržava konkretiziranje potreba izgradnje električnih postrojenja. Elektrifikacioni plan osniva se na načelu, da se kao osnovni izvori električne energije moraju prvenstveno iskorišćivati vodne snage.
Do konca 1956. na području NR Hrvatske izvršeni su slijedeći glavni radovi:

1. Osnovana je i djelomično izgrađena zemaljska 110 kV prijenosna mreža (dovršena je magistrala Matulji — Vinodol — Zagreb — Konjšćina — Varaždin i magistrala HE Kraljevec — Split — Šibenik); uspostavljena je veza između energetskih izvora Bosne i Hercegovine i Dalmacije (TS Mostar — HE Kraljevac, Granica NR B i H — TS Brod — TS Osijek).
2. Od novih većih proizvodnih postrojenja izgrađeni su: HE Vinodol, TE Konjšćina i TE Split (Jugovinil). U gradnji su još HE Gojak i HE Peruča.
3. Znatno je proširena republička mreža, kao i razdjelna i razvodna mreža, dok je gradska stagnirala.

Investiranje u električna postrojenja u razdoblju god. 1945.—1955. prema cijenama iz 1952. izgledalo je ovako:

Tabela 5

Vrst postrojenja	Din x 10^6 1945. — 1955.	Din x 10^6 Prosj. god.	%
Elektrane	28.447	2.845	60
Prijenosne mreže (110 — 30 kV)	10.499	1.050	22
Distributivne mreže	8.808	881	18
Ukupne investicije	47.754	4.776	100

Već iz ovog pregleda je vidljivo da su investiranja u prijenosna, a pogotovo distributivna postrojenja bila daleko premalena, što ukazuje na nemogućnost naših električnih postrojenja da zadovolje veća opterećenja.

Izgradnja u 1956.

Investiranje u električna postrojenja tokom 1956. obilježeno je natprosječnim ulaganjem financijskih sredstava (oko 25% više od 10—godišnjeg prosjeka), angažiranjem velikog broja kotareva i puštanjem u pogon znatno većeg broja prijenosnih postrojenja (30—110 kV mreža) nego do sada.
Najznačajniji radovi i investicije izvršeni su na termoelektrani Konjšćina, na hidroelektranama Gojak i Peruča, te na vodu Jajce—Zagreb. Na navedene radove otpada 62,5% ukupnih investicija u 1956. Ostatak od 37,5% otpada uglavnom na objekte 30—110 kV mreže i na rekonstrukciju HE Miljacka.
Tokom godine 1956. pušteno je u pogon:

211,8 km vodova i 1 stanica 110 kV
307,1 km vodova i 13 stanica 30 kV

Ukupno 518,9 km vodova i 14 stanica.
Ukupna sredstva utrošena u NRH tokom 1956. po fondovima izgledaju ovako (u hiljadama dinara):

Opći investicioni fond	6,855.274	=	83,8%
Republički „ „	262.246	=	3,2%
Kotarski „ „	1,007.528	=	12,2%
Amortizacioni „	32.139	=	0,4%
Industrijska poduzeća	35.886	=	0,4%
Ukupne investicije	8,855.274	=	100,0%

Ako imamo u vidu da je iznos ukupnih investicija za posljednje četiri godine 14,168.618 × 10³ Din, od čega iznos za 1956. čini 62,5%, onda se možemo nadati da godina 1956. znači prekretnicu u tempu izgradnje električnih postrojenja NR Hrvatske.

Postignuti rezultati

Od dana Oslobođenja pa do konca 1956. na području elektroprivrede Hrvatske učinjeno je veoma mnogo, o čemu nam najbolje govore specifični pokazatelji.
Proizvodnja je skoro učetverostručena porastom od 274 GWh u god. 1946., na 1008 GWh u 1956. (Indeks 365); porast potrošnje je nešto sporiji od porasta proizvodnje; indeks joj je 339 (potrošnja se je popela od 414 GWh na 1403 GWh).

Vrlo je velik udio novoizgrađenih izvora električne energije, koji u god. 1956. iznosi 329 GWh, odnosno 32,6% od ukupne proizvodnje električne energije na području NR Hrvatske.

Ukupna mreža vodova visokog napona u 1957. iznosi 2629 km (naprama 669 u 1946.), a broj transformatorskih stanica 108 sa 194 transformatora i 762 MVA ukupne instalirane snage.

Struktura proizvodnje, s obzirom na energetske izvore (HE i TE), nešto se je promijenila u korist hidroenergije na koju otpada 56,0% od ukupno proizvedene energije u 1956., naprama 47,6% u 1946. Znači da je porast proizvodnje hidroenergije nešto brži od termo.

Struktura proizvodnje prema namjeni (javne i vlastite elektrane) nije se ništa promijenila (74% otpada na proizvodnju javnih a 26% vlastitih elektrana, jednako u godini 1946. kao i 1956.), što ukazuje na jednaki tempo porasta proizvodnje, odnosno izgradnje u oba sektora.

Odnos između potrošnje pojedinih kategorija potrošača u 1956. i 1946. godini prikazat ćemo indeksom, koji će nam najbolje ilustrirati u kom je pravcu bio usmjeren razvoj potrošnje:

Široka potrošnja	320
Ugljenokopi	140
Elektrokemija	392
Elektrometalurgija	505
Cement	250
Ostala industrija	405
Gubici i vlastiti potrošak	358
Raspoloživo	339

Uočljiv je visoki porast potrošnje kod nekih industrija (elektrometalurgija, elektrokemija i ostala industrija), dok je kod drugih razmjerno nizak (ugljenokopi i cementna industrija). Osjećaju se izvjesne promjene i u samoj strukturi pojedinih kategorija od 1946. i 1956.:

	1946.	1956.
Široka potrošnja	27,7%	26,2%
Ugljenokopi	12,1%	5,0%
Elektrokemija	9,4%	10,9%
Elektrometalurgija	8,2%	12,3%
Cement	7,5%	5,8%
Ostala industrija	19,8%	23,7%
Gubici i vlastiti potrošak	15,3%	16,1%
Raspoloživo	100,0%	100,0%

Dok primjećujemo pad u 1956. prema 1946. u učešću kod široke potrošnje ugljenokopa i cementa, dotle se kod drugih kategorija (kemija, metalurgija i ostala industrija) opaža jači udio u ukupno potrošnji. Karakteristično je da nije postignut nikakav napredak do godine 1956. kod gubitaka i vlastitog potroška, koji su čak i nešto viši nego u 1946.
U tom istom razdoblju stupanj elektrificiranosti popeo se od 13,2% na 38,8%, što znači da se je povećao za skoro 3 puta.

Predstojeći zadaci za postizavanje višeg stupnja elektrifikacije

Opisano stanje elektrifikacije u NR Hrvatskoj jasno ukazuje na nedostatke, koji se u budućnosti trebaju ukloniti ili barem svesti na minimum. Nastavno ćemo nabrojiti nekoliko većih predstojećih zadataka.

— Postići veće iskorišćenje vodnih snaga, te s tim u vezi smanjiti udio termoenergije; koristiti jeftinije vrsti goriva.
— Dovršiti 110 kV mrežu, te proširiti razdjelnu i razvodnu gradsku i seosku mrežu, osobito na otocima, koja je do sada ostala zanemarena.
— Osnovati mrežu najvišeg napona (220 kV) za opterećenja među energetskim izvorima velike snage.

Efekt izvršenja ovih zadataka osjetit će se samo ukoliko se izgradnja novih industrijskih pogona bude ravnala prema mogućnostima dobave električne energije, jer se samo onda može postići ravnoteža između ponude i potražnje u elektroprivredi.

Literatura

1. Dr. Ing. Hrvoje Požar: Stanje i razvoj elektrifikacije naselja i domaćinstava u NR Hrvatskoj (Institut za elektroprivredu, 1955).
2. Poslovni izvještaj uz završne račune Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske za 1956.
3. Ing. Radoslav Planić: Izgradnja električnih postrojenja u Hrvatskoj u razdoblju 1945.—1955.
4. Godišnjak Biltena Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i Instituta za elektroprivredu 1956. (u štampi).

Drago Kostanjšek

Stanje elektroprivrede L. R. Slovenije u 1956.

Prikaz prema Letnom poročilu 1956.

1. Organizaciona šema

Najavljena reorganizacija elektroprivrede FNRJ, koje se izvršenje već dvije godine redom prenaša u slijedeću, nije ostala bez utjecaja na elektroprivrednu djelatnost L. R. Slovenije u god. 1956. Ostala su otvorena pitanja jedinstvene cijene električne energije, formiranje novih regionalnih elektroprivrednih poduzeća i druga.

Tekuće organizacione promjene u 1956. bile su slijedeće:

1. Početkom 1956. uključeno je u okvir Elektrogospodarske skupnosti Slovenije novo prijenosno distributivno poduzeće »Elektro-Koper«.
2. Koncem 1956. (2. XI.) uspostavljeno je novo proizvodno poduzeće »Elektrarna Vuhred«.
3. 31. XII. počinje konstituiranje poduzeća »Elektrarna Šoštanj v gradnji«.

Koncem 1956. broj organizacionih jedinica učlanjenih u Elektrogospodarsku skupnost Slovenije s upravom Skupnosti povećao se na okruglo 30 (u godini utemeljenja 1954. broj jedinica iznosio je 26 i to: 11 proizvodnih i 15 distributivnih poduzeća).

2. Energetsko-tehnički pokazatelji za god. 1956.

— Broj javnih elektrana s odgovarajućom snagom koncem 1956. bio je:

	Broj	Instal. snaga kVA
Javne HE	29	345.007
Javne TE	5	177.220
Ukupno	34	552.227

— Proizvodnja električne energije u 1956. veća je za oko 1/5 od one iz 1955.

	Proizvodnja MWh	%	Povišenje u % prema 1955.
Javne HE	1,221.403	64	+ 6,0
Javne TE	482.220	25	+ 98,0
Svega javne	1,703.623	89	+ 22,1
Industrijske	203.274	11	+ 14,7
Sveukupno	1,906.897	100	+ 21,3

Odnos proizvedene hidro i termo energije je 68,4 : 31,6%.

— Proizvodnja hidroenergije po bazenima u postocima je slijedeća: Drava 67%, Soča 20% i Sava 13%.
— Prosječna godišnja količina vode u m³/sek., iskorišćenje moguće proizvodnje i iskorišćenje elektrana po bazenima bilo je:

Basen	Prosj. god. kol. vode u m³/sek	Iskorišćenje moguće proizvodnje %	Iskorišćenje elektrana %
Drava	268	96,4	80,2
Soča	71	92,0	79,6
Sava	61	97,4	74,7

— Ugljena je utrošeno 735.323 tone; od toga: 317.242 t lignita, 398.083 t smeđeg ugljena i 19.998 t kamenog. Ukupna količina topline bila je 1,981.247 × 10⁶ cal.
— Specifična potrošnja ugljena po kilovatsatu bila je 1,525 kg/kWh, a specifična potrošnja topline 4.109 cal/kWh.
— Maksimalno opterećenje sistema bilo je 16. XI. u 18 sati: 314,5 MW.
— Redukcije su iznosile 112,19 GWh, od čega otpada na široku potrošnju 5,4%, a ostatak od 94,6% na industriju i velepotrošače.
— Ispada je bilo 5.277 s ukupno 1.835 MWh.
— Energetska bilanca u odnosu na 1955. pokazuje povišenje u svim stavkama:

	MWh	% prema 1955.
Prag javnih elektrana	1,657.753	+ 22,1
Nabava izvan sistema	1.014	+ 23,5
Ukupno raspoloživo	1,658.767	+ 21,1
Gubici	202.083	+ 13,5
NR Hrvatska	322.940	+ 61,0
Izvoz	69.087	+ 56,8
Potrošnja u Sloveniji	1,064.657	+ 12,4

— Specifična proizvodnja po stanovniku iznosi 1.236 kWh/stanovniku, što je bolje od evropskog prosjeka (1021 kWh/stanov.).
— Broj potrošača iznosio je u 1956. godini 333.126, od čega 61 velepotrošač i 333.065 malopotrošača.
— Ukupni broj zaposlenih u elektroprivredi Slovenije iznosio je 4.456, od toga: službenici 1313, radnici 2836 i učenici u privredi 307.
— Na investicije je utrošeno 4544 × 10⁶ Din (HE 3395, TE 904, mreža i RTP 245), a na rekonstrukcije 1153 × 10⁶ Din (HE 136 i TE 1017).
— Tokom 1956. bilo je na elektroprivrednim postrojenjima 29 nesretnih slučajeva, od toga: 8 lakih, 3 teška i 18 smrtnih. Od unesrećenih bio je: 1 tehničar, 1 rajonski monter, 8 elektromontera, 4 polukvalificirana montera i 1 nekvalificirani radnik. Ostalih 14 slučajeva bilo je kod lica izvan radnog odnosa s »ELESOM«.
— Broj potrošača u 1956. bio je 333.126, što je za 6% više nego u 1955. Od toga otpada na kućanstva 276.067, t. j. 83% od ukupnog broja potrošača. Broj potrošača u kućanstvima povećao se za 7% prema godini 1955.

3. Izgradnja i stanje električnih postrojenja u 1956.

U mrežama sistema se uslijed povećane potrošnje javlja problematika, koja je uglavnom zajednička svim distributivnim poduzećima. Na prvom mjestu obraća se pažnja na poboljšanje kvalitetne dobave energije potrošačima. S tim u vezi postavlja se problem uključivanja novih stanica i jačanja mreže.
Tokom 1956. izvršeni su slijedeći radovi na mrežama distributivnih poduzeća Elektrogospodarske skupnosti Slovenije:

Elektro-Celje

Izvršen je prijelaz od 5 na 10 kV u Celju; pušteno je u promet 5 stanica, a 9 stanica je građevno završeno. Izgrađen je dalekovod od dionice Celje — Laško do Zabukovca, no još nije priključen. Izvršeni su popravci na dalekovodu 110 kV Šoštanj-Laško.

Elektro-Gorica

Vršeni su radovi u RTP Kromberk. Uređena je zaštita i pojačana transformacija 26/10 kV od 1500 kVA na 2400 kVA. Nastavljeno je s prijelazom od 26 na 35 kV na sektoru Slap-Razdrto.

Elektro-Kočevje

Puštena je u pogon nova razdjelna stanica 35/10 kV sa snagom od 2,5 MVA, odnosno s rezervnim transformatorom 10/20 kV snage 1 MVA.

Elektro-Koper

Podvostručen je dalekovod 50 kV Črni Kal-Koper. Započeta je montaža 10 kV RTP Škocjan. Dovršen je dalekovod 10 kV Škocjan-Izola. Pojačane su transformacije 27/10 kV u Dekanima i Portorožu. Novo pripojeni krajevi uz talijansku granicu priključeni su na mrežu.

Elektro-Krško

U Brestanici je pojačana transformacija 10/20 kV za 4000 kVA; jedan transformator od 4000 kVA je već nabavljen, ali nije montiran.

Elektro-Ljubljana mesto

Pušteno u pogon 19 transformatorskih stanica (od toga 7 industrijskih), a izgrađeno 8 daljnjih stanica. Položeno je 3750 m kabela. Nastavilo se s prijelazom od 6 na 10 kV u Šiški, gdje je preuređeno 6 stanica na 10 kV. Završena je gradnja RTP Mirje i započeto gradnjom RTP Polje.

Elektro-Ljubljana okolica

Pušten je u pogon dalekovod 35 kV Ljubljana — Grosuplje. Djelomično završena gradnja 35 kV dalekovoda Kleče-Domžale-Kamnik. Započeta je gradnja provizorne razdjelne transformatorske stanice 35/20 kV u Litiji. Završena je rekonstrukcija HE Zagradec. U Grosuplju su izvršeni građevni radovi za montažu transformatora 20/10 kV.

Elektro-Maribor mesto

Puštena je u promet RTP Tezno od 2 × 4 MVA.

Elektro-Maribor okolica

Započeta je gradnja dalekovoda 35 kV Fala-Ožbolt. Započeta je rekonstrukcija RTP Ptuj radi povećanja transformatorskog kapaciteta. Isto tako je RTP Ljutomer preuređena za transformaciju 35/10 kV. Pojačana je transformacija 35/10 kV u RTP Slovenska Bistrica za 1000 kVA.

Elektro-Sežana

Započeto je s gradnjom RTP Divača 110/50 kV sa snagom 2 × 20 MVA. Građevno je stanica koncem 1956. skoro pri završetku; montaža se vrši paralelno. Predviđeni datum puštanja u pogon je travanj 1957.

Elektro-Slovenjgradec

Izgrađen je 20 kV vod Pameče-Št. Janž, kao dio dalekovoda Dravograd-Slovenjgradec.

Elektro-Tolmin

Puštena je u promet razdjelna stanica 10 kV u Tolminu. U Idriji je djelomično rekonstruirana mreža i stavljena u promet 1 transformatorska stanica.

Elektro-Trbovlje

RTP 35/10 kV u Trbovlju je uglavnom građevno završena, isto kao i 10 kV kružni vod. Dovršeno je 6 transformatorskih stanica.

Elektro-Žirovnica

U HE Moste je izvršena provizorna transformacija 35/10 kV 2500 kVA, nakon čega su priključene Jesenice. Time je skraćen nepotrebni prijenos energije iz HE Moste-Radovljica-Polica-HE Žirovnica.
Nakon naprijeđ navedenih radova na mrežama stanje dalekovoda visoke napetosti s 31. XII. 1956. je slijedeće:

		110 kV	60-50 kV	35-26 kV	20-2 kV	Ukupno
Vlastiti	km	767,34	231,59	851,83	4254,56	6105,32
Tuđi	km	6,72	51,43	65,81	67,14	191,10
Ukupno	km	774,06	283,02	917,64	4321,70	6296,42

Broj transformatorskih stanica bio je:

	110/v. n.	60-50/v. n.	35-26/v. n.	20-10/v. n.	35-2/v. n.	Ukopnu
Distr. poduzeća	8	3	28	17	1814	1870
U elektranama	11	2	2	12	7	34
Ukupno	19	5	30	29	1821	1904

Osim transformatorskih stanica pri elektranama, bilo je 152 transformatora u elektranama s ukupnim transformatorskim učinom od 771,819 MVA i 2268 transformatora u distributivnim mrežama s ukupnim učinom od 842,658 MVA.
U godini 1956. nastavljeno je na radovima koji su dobili kredite iz OIF-a na prvom konkursu Narodne banke FNRJ (1954). Veća građevna djelatnost bila je na objektima Vuhred i TE Šoštanj, a manja na HE Vuzenica i HE Moste.
Od svih objekata su TE Šoštanj i HE Moste bili do konca 1956. uglavnom dovršeni; manji završni radovi, nabava manje količine opreme i montažnih dijelova izvršit će se u 1957. Na HE Vuzenici su građevni radovi uglavnom završeni, ostaje samo montaža III. agregata za 1957., slično kao i kod HE Vuhred.
Ujedno su izvršene slijedeće veće rekonstrukcije:
Rekonstrukcija HE Fala I. faza predstavlja rekonstrukciju komandnih naprava, što je bilo uglavnom završeno u 1956.

Rekonstrukcija TS Trbovlje obuhvaća montažu novoga kotla 125 t/h i novog turboagregata 20 MW s pripadajućim građevnim radovima i montažom ostalih naprava za povećanje kapaciteta. Nisu završeni neki manji montažni radovi.

U TE Brestanica izvršena je montaža novog ekonomajzera.

U nastavku dajemo pregled financijskih sredstava utrošenih investicija i rekonstrukcije u 1956.

a) Investicije	(u mil. D)
HE Vuhred	2.795,7
HE Vuzenica	395,7
HE Moste	168,0
HE Medvode	35,4
TE Šoštanj	904,1
RTP Maribor — Pekre	9,2
DV Maribor — Kidričevo	2,6
RTP Divača	117,6
Transformacija Šoštanj	115,7
Ukupno	4,544,0

b) Rekonstruk.	(u mil. D)
HE Fala	106,5
HE Sava-Kranj	15,9
TE Trbovlje	387,7
TE Brestanica	29,1
Ostale rekonstrukcije	613,8
Ukupno	1,153,0

4. Elektroenergetska situacija

Elektroenergetska situacija je bila kritična preko čitavog ljeta. Hidroelektrane usprkos novih kapaciteta nisu proizvađale više od 6% s obzirom na slabe hidrološke prilike. Godinu 1956. možemo smatrati kao tipično hidrološki sušnu godinu, u kojoj je i jesenski kišni dio potpuno izostao.

Manjak su morale pokriti javne termoelektrane s 98% većom proizvodnjom nego u prethodnoj godini, što je iziskivalo izvanredno forsirani pogon. Kod toga treba imati u vidu da su tri najveće jedinice (2 kotla u TE Šoštanj i najveći kotao u TE Trbovlje) bile u prvom polugodištu u probnom pogonu. Kritičnu situaciju pogoršalo je nešto i podbacivanje plana proizvodnje u NRH radi dugotrajnih kvarova na termoelektranama. Uslijed toga došlo je do rekordnih redukcija od 112 GWh, što je prouzrokovalo štetu u industriji od 15 milijardi dinara.

Zahvaljujući forsiranoj proizvodnji, opskrba potrošača bila je nešto bolja nego što bismo očekivali prema energetskoj situaciji, te pokazuje izvjestan porast u odnosu na 1955. Potrošnja električne energije po glavnim vrstama potrošača bila je slijedeća:

	MWh	% prema 1955.
Malopotrošači	257.078	18
Velepotrošači	383.622	4
Specijalni potrošači	423.957	17
Ukupno	1,064.657	12

Iz čitavog ovog informativnog pregleda je vidljivo, da je elektroprivreda Slovenije u 1956. usprkos velikih zapreka, krajnjim zalaganjem postigla zavidne rezultate, koji bi u slučaju povoljnih prilika bili još mnogo bolji.

Drago Kostanjšek

VIJESTI IZ PODUZEĆA, ZAJEDNICE I INSTITUTA

Specijalizacija elektroprivrednih stručnjaka u inozemstvu

Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske dobiva, preko Jugela od Uprave za tehničku pomoć, iz Američke tehničke pomoći, iz Tripartitne pomoći i iz Pomoći Organizacije ujedinjenih naroda, sredstva za specijalizaciju stručnjaka u inozemstvu. Specijalizacija traje obično tri mjeseca, a obavlja se u jednoj od evropskih država ili u Sjedinjenim državama Amerike. Teme za specijalizaciju odabiru, odnosno predlažu, Zajednice, a Uprava za tehničku pomoć, u suglasnosti sa davaocima stipendije, ih konačno odobrava i usvaja. Na osnovu teme davaoca stipendije i naše Uprave za tehničku pomoć, Zajednica jugoslavenske elektroprivrede u Beogradu, raspisuje natječaj i dostavlja ga pojedinim Zajednicama, koje ga proslijeđuju udruženim poduzećima.

Budući da pojedinac nema prava izravnog učestvovanja u natječaju, to takove prijedloge dostavljaju Zajednici udružena poduzeća, a Zajednica, putem svoje komisije za stipendije, odabire kandidate i predlaže ih komisiji za stipendije JUGEL-a. Komisija JUGEL-a definitivno određuje koji će kandidat po kojoj temi ići na specijalizaciju. U temama je predviđeno, koje uvjete treba kandidat da ispunjava, da bi mogao biti poslan u inozemstvo na stručno usavršavanje. Uvjeti predviđaju: posao koji dotični obavlja, strane jezike kojima vlada i određeni broj godina prakse.

U 1957. realizirana su po elektroprivredi Hrvatske ova stručna usavršavanja:

»Organizacija i rukovođenje privrednim poduzećima — 10 tjedana u SAD.

»Studija američkih standarda i njihova primjena na jugoslavenske uslove« — 12 tjedana u SAD:

»Pogon i održavanje električnih centrala« — 12 tjedana u SAD.

»Praktično upoznavanje uređaja za prijenos daljinskih mjerenja u elektroprivredi« — 3 mjeseca u Švicarskoj i Zapadnoj Njemačkoj.

»Proučavanje različitih vrsta tipova električnih zaštitnih uređaja, njihovo ispitivanje i stavljanje u pogon« — 3 mjeseca u Švicarskoj i Zapadnoj Njemačkoj. Za specijalizaciju stručnjaka iz elektroprivrede Hrvatske odobrene su nadalje i ove teme:

»Studija novih metoda projektiranja i građenja tlačnih tunela« — 3 mjeseca u Francuskoj.

»Upotreba betona, mehanizacija i transport kod gradnje hidrocentrala« — 3 mjeseca u Italiji ili Francuskoj.

»Upotreba betona, mehanizacija i transport kod konstrukcija hidrocentrala« — u jednoj od evropskih zemalja.

»Zaštita od korozije kod čeličnih hidrauličnih konstrukcija i čelične hidroenergetske opreme« — 3 mjeseca u Francuskoj.

Za godinu 1958. elektroprivreda Hrvatske predložila je ove kandidature:

»Studija ekonomičnosti raznih tipova razvodne mreže u brdskim područjima sa malim raštrkanim naseljima«.

»Studija metode razrade perspektivne elektroenergetske bilance«.

»Proučavanje primjenljivosti raznih sistema telekomunikacija u svrhu planiranja jednog glavnog i nekoliko područnih elektrodispečerskih centara«.

»Suvremena montaža podzemnih kabela u gradskim distributivnim mrežama«.

Teme za specijalizaciju bile su uglavnom, tehničkog karaktera. Budući da nije dobivena nijedna tema za specijalizaciju u inozemstvu komercijalno-financijskog karaktera stavljene su primjedbe da se odobri i odgovarajući broj tema za komercijalno-financijsku službu.

Stručna ekskurzija u Poljsku

Između JUGEL-a i predstavnika Poljske postignut je sporazum o razmjeni stručnih ekskurzija. Prema tom sporazumu Poljsku će posjetiti 34 predstavnika jugoslavenske elektroprivrede, a isto će toliki broj Poljaka posjetiti Jugoslaviju.

Od tih 34 otpalo je na elektroprivredu Hrvatske 7 mjesta, pa su predloženi: po 1 predstavnik iz poduzeća Elektroprimorje, poduzeća Elektrodalmacije, iz hidroelektrane Vinodol, iz hidroelektrane Miljacka, iz poduzeća Elektroslavonija, te iz Zajednice.

Troškovi puta predstavnika, koji su boravili u Poljskoj, snosi Zajednica.

Prijedlog za otvaranje odsjeka elektro-smjera na Visokoj tehničkoj školi u Zagrebu

Svojedobno je svim elektroprivrednim poduzećima u Hrvatskoj razaslan anketni list s raznim pitanjima u vezi otvaranja elektro-odsjeka pri Visokoj tehničkoj školi u Zagrebu. Uvjeti za upis u školu su slijedeći:

— da kandidat ima najmanje tri godine prakse u pogonu,

— da je završio industrijsku, majstorsku ili srednju školu općega smjera, odnosno da mu prethodna obavezna naobrazba treba biti 8-godišnja škola,

— da je regulirao vojnu obavezu i

— da nije stariji od 35 godina.

Školovanje bi trajalo 4 godine, a kandidatu bi se za vrijeme školovanja osigurala potpuna plaća ili stipendija u iznosu, koji bi bio dovoljan za normalno uzdržavanje.

S time u vezi održani su razgovori s rukovodiocima Visoke tehničke škole, da bi se pri školi osnovao odsjek elektro-smjera, s čime su se oni složili zamolivši predstavnike elektroprivrede, da pokušaju sastaviti nastavni program i ostale pripreme, koje su u vezi s početkom škole.

Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske prihvatila je taj prijedlog, pa je upravni odbor Zajednice donio zaključak:

— da upravni odbor smatra potrebnim, da se inzistira kod Visoke tehničke škole u Zagrebu, da se u spomenutoj školi otvori odsjek elektro-smjera,

— da se, s obzirom na to, što u elektroprivredi postoji veći broj kadrova koji imaju iskustvo i teoretsku spremu, otvori jedan razred za doškolovanje toga kadra i to u trajanju od najdulje dvije godine.

Poduzeća su trebala razmotriti anketni list, koji im je dostavljen u vezi sa početkom rada spomenute škole, te javiti Zajednici svoje eventualne prijedloge.

U narednom broju donijet ćemo Prijedlog nastavnog plana, što ga je izradila Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, u suglasnosti s upravnim odborom JUGEL-a.

Pitanje elektroprivrednih škola

Još početkom srpnja 1957. održano je u Sarajevu međuškolsko savjetovanje elektroprivrednih škola.
Na sjednici upravnog odbora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, održanoj dne 18. i 19. rujna 1957., upravni odbor je prihvatio zaključke donesene na savjetovanju u Sarajevu i tom prilikom donio zaključak:

a) Treba poduzeti potrebne mjere, da sve Zajednice elektroprivrednih poduzeća preuzmu elektroprivredne škole na uzdržavanje.

b) Poduzeti najenergičnije mjere, da se fond za kadrove elektroprivrede izdvoji i stavi na raspolaganje odboru za kadrove pri Jugel-u.

c) Elektroprivredna poduzeća će školovati učenike jedino preko elektroprivredne škole.

d) Poduzeća će nastojati, da ne stvaraju kvalificirani kadar putem učenika u privredi, nego preko elektroprivredne škole.

e) Poduzeća će — ukoliko ih imaju — dostaviti Jugel-u crteže i šeme, koji se odnose na proizvodnju i raspodjelu električne energije, a koji mogu služiti kao nastavno sredstvo, da bi ih Jugel mogao raspodijeliti elektroprivrednim školama.

f) Zajednica će nastojati, da pri elektroprivrednoj školi u Zagrebu osnuje tečaj za dopunsko obrazovanje radnika.

g) Zajednica treba nastojati, da Djačkom domu elektroprivredne škole dodijeli novčana sredstva u vidu dotacije radi poboljšanja materijalnih uvjeta učenika.

Zajam Termoelektrani Jertovec za stambenu izgradnju

Na sjednici upravnog odbora Zajednice od 19. IX. 1957. donesen je zaključak, da se pogonu Termoelektrane Konjšćina (TE Jertovec) odobri, da može podići zajam iz republičkog fonda za kreditiranje stambene izgradnje za izgradnju stanova, te za isplaćivanje dospjelih anuiteta iz svojih sredstava za samostalno raspolaganje.
Termoelektrana Jertovec Konjšćina) sagradit će 16 dvosobnih i 8 jednosobnih stanova za smještaj svog visokokvalificiranog i kvalificiranog osoblja.

E. R.

Prihvaćen prijedlog izgradnje dalekovoda i transformatorskih stanica u 1958., te 1959.-1961.

Na sjednici upravnog odbora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, održanoj dne 18. i 19. XII. 1957. prihvaćen je prijedlog plana izgradnje 220, 110 i 30 kV dalekovoda i transformatorskih stanica u 1958. i 1959.—1961., time da Zajednica nastoji ishoditi sredstva za financiranje tih objekata. Prioritetni red izgradnje pojedinih objekata određivat će upravni odbor Zajednice. Što se tiče izgradnje i financiranja 30 i 10 kV objekata poduzeća će o tim potrebama upoznati nadležne organe svojih kotara. O odobrenim sredstvima poduzeća će odmah informirati Zajednicu, kako se ne bi dogodilo, da se dvaput traže sredstva za iste objekte. Plan za 10 kV postrojenja poduzeća će detaljno razraditi i najkasnije do konca siječnja 1958. poslati Zajednici prijedlog izgradnje.

Osiguranje osnovnih sredstava elektroprivrede kod DOZ-a

S centralom Državnog osiguravajućeg zavoda u Beogradu povela je Zajednica preliminarne pregovore za sklapanje ugovora o osiguranju osnovnih sredstava i drugih rizika u godini 1958.

Plan remonta i program radova, koji se u 1958. financiraju iz amortizacionog fonda

Na jednom od sastanaka tehničkih rukovodilaca udruženih elektroprivrednih poduzeća (vidi »Energiju« br. 7—8/57 str. 236) utvrđeni su uvjeti pod kojima će poduzećima biti omogućeno međusobno pozajmljivanje sredstava amortizacionog fonda u 1958. Budući da o tome još nedostaju uputstva zaključeno je da se ta uputstva što hitnije ishode.

Što se tiče radova investicionog uzdržavanja, udružena poduzeća planiraju samo njihov najnužniji opseg, a prije razrade financijskog plana, tehnički rukovodioci udruženih poduzeća razmotrit će program investicionog uzdržavanja.

Osnovana je komisija za impregnaciju

Na sjednici upravnog odbora Zajednice od 18. i 19. XII. 1957. imenovana je komisija za impregnaciju, koja ima slijedeće zadatke:

— da daje impregnacionim stanicama, odnosno poduzećima za impregnaciju prijedloge za poboljšanje postupka impregnacije drvenih stupova za elektroprivredu,
— da prati razvoj postupka impregnacije u tuzemstvu i inozemstvu,
— da s institutima u zemlji vrši pokuse i obrađuje rezultate na poboljšanju osnovne kao i dodatne impregnacije drvenih stupova,
— da donosi propise za impregnaciju i preuzimanje drvenih stupova za elektroprivredu,
— da rješava i sva druga pitanja, koja bi se pojavila kod razrade problema impregnacije drvenih stupova.

Prijenos osnovnih sredstava

Upravni odbor Zajednice odobrio je na svojoj sjednici od 18. i 19. XII. 1957. prijenos bez naknade jednog Diesel-agregata Vumac 700 ks iz osnovnih sredstava poduzeća »Elektro-Lika«, Gospić, u osnovna sredstva Narodnog odbora Lošinj.
Isto je tako odobreno poduzeću «Elektrana«, Rijeka, da može bez naknade prenijeti iz svojih osnovnih sredstava u osnovna sredstva poduzeća »Elektroistra«, Pula: : azne 50 kV sklopke, 50 kV naponske transformatore, 50 kV jednopolne rastavljače i 50 kV katodne odvodnike prenapona.
Nadalje je odobreno, da Dalmatinske hidroelektrane (DEH) u Splitu izvrše prijenos završenih osnovnih sredstava iz OIF-a i to: »Elektrodalmaciji«, Split u vrijednosti od 160,000.000.— Din., a »Elektroprenosu« Split, u vrijednosti od 50,000.000.— Din. time, da ta poduzeća preuzmu na sebe i obavezu otplate anuiteta, kojih će visinu utvrditi Investiciona banka.
Isto će tako uz iste uvjete DHE Split, postepeno, nakon dovršene izgradnje, izvršiti na »Elektrodalmaciju«, Split, prijenos odgovarajuće mreže i transformatorskih stanica na teritoriju gradilišta HE Split, a na »Eletroprenos«, Split, visokofrekvente linije i ostale automatske uređaje.

R. E.

Važniji pogonski događaji u listopadu 1957.

1. i 2. X. U tri navrata prekid dobave el. energije iz BiH-a zbog ispada i oštećenja izolatora u 110 kV TE Bileće.

5. X. Djakovo bez energije od 9,30—17,05 radi radova na priključku nove TS Mrzović.

10. X. U HE Miljacka završen remont trećeg generatora.

12. X. TE Djakovo van pogona radi čišćenja kondenzatora od 21,20 do 14. X. 1957. u 5,00 sati.

13. X. Zbog otkaza dobave el. energije iz BiH-a reducirano je velepotrošačima Dalmacije 66,5 MWh.

15. X. Zbog otkaza dobave el. energije iz BiH-a reducirano je velepotrošačima Dalmacije 26,9 MWh.

17. X. U TE Jugovinil izvršeno čišćenje kondenzatora od 20,08—4,35.

21. X. DV Osijek—Baranja van pogona od 12,30 do 22. X. 1957. u 7,13. zbog dozemnog spoja na izlaznom kabelu. Ukupni gubitak 6,6 MWh. U više navrata između 16,29—19,32 prekid na vodu TS Klara—Sisak I.

24. X. HE Kraljevac izvan pogona od 16,40—17,55 radi automatskog djelovanja zatvarača, koje je izazvalo strano tijelo.

27., 29. i Reducirano je velepotrošačima Dalmacije 147,8

31. X. MWh el. energije zbog prijelaza na 220 kV napon na vodu Mostar—Split.
Na području NR Hrvatske u X. mjesecu 1957. reducirano je ukupno 295,7 MWh, a ispalo je uslijed prekida 68,2 MWh.

Važniji pogonski događaji u studenom 1957.

2. XI. Zbog dozemnog spoja na potezu 30 kV DV Kalinovica—Karlovac ispali 30 kV dalekovodi: Rakitje—Kalinovica—Ilovac—Oštarije te 20 kV DV HE Ozalj I i II—TS Ilovac.

3. XI. Iskopčan DV 110 kV Kraljevac—Mostar radi mjerenja konstante voda u vremenu od 12,00 16,17 sati. Osim toga vršeni su radovi u TS Mostar od 9,30—11,30 i 13,00—16,35.
U TS Sl. Brod izgorjeli reg. otpornici te je stanica ostala van pogona od 3. XI. u 17,25 do 4. XI. 1957. u 6,00 sati. TE Županja van pogona od 5,05—8,35 radi prekinuća puža na uređaju za dopremu ugljena.

6. XI. HE Miljacka, HE Jaruga i TS Šibenik van pogona u tri navrata između 9,07—9,56 zbog probijanja kabelske glave u novoj TS Šibenik (Ferolegure).

10. X. TS Sl. Brod iskopčana u 6,00—16,20 radi revizije. Vukovar bez energije od 6,00—11,25 zbog radova.

12. XI. TS Vukovar van pogona od 18,00—18,30 izgorio visokonaponski osigurač u TS I.

13. XI. Radi ispada HE Jablanica iz sistema BiH. Dalmacija je napajala BiH sa 30 MW.

15. XI. TE Jertovec van pogona od 13,28—17,42, kvar na cijevi kondenzatora.

16. XI. DV Split — Kraljevac iskopčan radi preopterećenja 15 minuta.

17. XI. Uslijed pada užeta na zemlju na potezu 30 kV DV Kalinovica—Ilovac nenormalno napajanje od 13,35—16,55. Zbog radova u TS Šibenik izvršene redukcije u Šibeniku i Drnišu.

18. XI. DV Šibenik I i II van pogona od 15,50—15,59 zbog trenutnog dozemnog spoja — ostali bez energije Drniš, Knin, Zadar, Benkovac, Biograd n/m i Tvornica aluminija.

19. XI. Radi kvara na DV 110 kV Jablanica—Sarajevo i kvara u TE Kakanj, konzum prebačen na L. R. S., osim toga iskopčan je 30 kV DV Županja—Šamac i 10 kV vod za Đakovo 17,08—18.20.

20. XI. Uslijed vjetra 10 kV DV za Našice ispao 5 puta po 3 minute u vremenu od 14,51—23,47.

21. XI. Popravkom DV 110 kV Jablanica—Sarajevo prebačen konzum na BiH (7,31—7,45).

24. XI. U HE Kraljevac zatvorio se automatski ventil što je izazvalo ispad dalekovoda za Omiš, Brač i Dugi Rat u vremenu od 11,45—11,53.

27. XI. 30 kV DV Županja—Šamac iskopčan radi ugradnje paralelnog stupa od 8—11 sati.

29. XI. 110 kV DV Kraljevac—Split portal 1 van pogona u 6,05 a ušao u pogon 1. XII. 1957. zbog planiranih radova na izmjeri trase.

30. XI. Uslijed kvara u BiH u tri navrata ispao DV 110 kV Bileće; ispadi u Dubrovniku između 8,35—14,46.

Područje Istre bez energije od 11,35—16,50 radi dozemnog spoja u L. R. S.

ISPRAVAK

Prema naknadno stiglim izvještajima o utrošku kcal/kWh kod TE Rijeka i TE Vlaška ustanovljena su u nekim mjesecima veća odstupanja, pa ovdje dajemo ispravne utroške za čitavu godinu 1957.:

	TE Rijeka	TE Vlaška
I.	6228	4635
II.	6170	5230
III.	5609	4370
IV.	—	5620
V.	6138	4856
VI.	5124	4999
VII.	6940	6210
IX.	6748	5379
X.	6432	4788
XI.	5492	4629
XII.	5498	4606

Molimo da se taj ispravak provede u tabeli **Pogonskih pokazatelja elektrana u statističkom dijelu Energije 1957.**

Budućih stotinu godina

Pod ovim naslovom objelodanjena je u USA knjiga[1], koja sadržaje odgovore tridesetak istaknutih američkih industrijalaca na pitanja o budućem stogodišnjem razvoju čovječanstva u vezi s anketom, koju je g. 1956 provela ustanova »California Institute of Technology.«

Vršiti predviđanja za sto godina unaprijed u svijetu, koji se nalazi u burnom razvoju na svim poljima ljudske djelatnosti, kao što je to slučaj danas, može izgledati da graniči sa fantastičnim pričama. Međutim kad je dodirivanje takve granice zasnovano na naučnoj bazi, treba priznati, da se radi o kvalificiranoj fantaziji na visokom nivou.

Zato smatramo, da je vrijedno prikazati sažeto najvažnije zaključke, do kojih je anketa došla, što činimo u ovom članku prema izvodima iz spomenute knjige u talijanskom časopisu Quaderni di studi e notizie, Società Edison, Milano 1957, No. 254, str. 784—790.
Nas zanimaju u sklopu raznih pitanja i mišljenja prvenstveno dva problema i to: problem sirovina i problem energije.

Potrošnja sirovina u industrijaliziranim zemljama danas je poprimila veliki opseg. Na primjer u USA se proizvodi svake godine po stanovniku 600 kg čelika, 10 kg bakra, 7,5 kg olova, vadi se 3,5 tone kamena, pijeska i pržine, utroši se 230 kg cementa, 180 kg sadre, 90 kg soli, 45 kg fosfatskih stijena; ukupno preko 20 tona raznih minerala. Veći dio materijala uništava se upotrebom. Kod željeza se, na primjer, računa da je propalo ukupno 35% svjetske proizvodnje u periodu od njegova pronalaska.

Potrošnja se sirovina vrlo brzo povećava, a za dobivanje slike o ritmu porasta može poslužiti proizvodnja čelika, jer je ona dovoljno izrazita za prosuđivanje ritma porasta i u proizvodnji ostalih metala. Dakle od količine 5 do 6 milijardi tona čelika, proizvedene do naše epohe u svijetu, proizvedeno je u USA 2,3 milijarde, t. j. 33 do 40% u posljednjih 100 godina. Svjetska proizvodnja čelika porasla je od 12 milijuna tona u 1890 na 190 milijuna tona u 1950, a u USA porasla je u istom periodu od 4 na 90 milijuna tona.

Potpuno je jasno, da se takvim ritmom potrošnje i bogatiji minerali vrlo brzo iscrpljuju, pa radi toga treba pristupiti korišćenju i takvih sirovina, koje sadržavaju manje čistog metala i čija je eksploatacija manje ekonomična. Na početku stoljeća bakrena ruda sadržavala je u prosjeku 5% metala, a danas se koristi već i ruda sa sadržajem 0,8%, pa čak i 0,6% bakra.

U narednim decenijama pojam ležišta izgubit će svoj tradicionalni smisao, jedina ležišta bit će zrak, voda i stijenje zemljine kore, koje je uglavnom jednoliko raspodijeljeno po površini. Zrak, voda i stijene sadržavaju u raznim omjerima sve one elemente, koje interesiraju čovjeka. Obična vulkanska stijena, na primjer, sadržava oko 8% Al i 5% Fe, te oko 0,0008% Mn, 0,00028% Ni, 0,00009% Cu i 0,00002% Pb. Bez sumnje radi se o stijenama s vrlo malim sadržajem minerala u usporedbi sa sadržajem u stijenama, koje se danas eksploatiraju, ali problem korišćenja i tako siromašnih stijena nije tehnički nerješiv. Dovoljno je spomenuti, da je plutonij vađen u toku posljednjeg rata iz metalnog urana, koji ga je sadržavao svega jedan dio na milijun. S druge strane, ma kako bili jedinični sadržaji niski, ukupno raspoložive količine pojedinih elemenata u zemljinoj kori praktički su neograničene.

Nema dakle nikakve bojazni u pogledu nestašice sirovina, ali ono što je bitno pritom, to je tehnološko poznavanje procesa, kapitali i potrebna energija. Dapače je u tom sklopu odlučan faktor: raspoloživost energije, pa se može tvrditi, da sama definicija sirovina ne će u budućnosti imati značaja, ako ne stoji u relaciji s raspoloživom energijom za njezinu eksploataciju.

Time smo došli do problema energije. Danas se svjetski potrošak energije kreće oko 3,8 milijardi tona ekvivalentnog fosilnog ugljena. Taj je potrošak podijeljen na različite izvore energije ovako: ugljen 2 milijarde tona, nafta 1,2 milijarde tona, prirodni plin 0,5 milijardi tona, hidroelektrična energija 0,1 milijardu tona. Jedinična potrošnja energije po stanovniku, gotovo nula u nerazvijenim zonama, poprima vrlo visoke vrijednosti u industrijaliziranim zemljama, poglavito u USA, gdje dosiže do 8 tona ekvivalentnog fosilnog ugljena po osobi. Koliki se konzum energije može predvidjeti u budućnosti?

Procjene se u ovom pitanju ekstremno razilaze i diferencije dosižu hiljade milijarda tona ekvivalentnog ugljena godišnje. Pretpostavlja se, da će populacija dosegnuti 7 milijardi ljudi, te da će se konzum približiti nešto nižem nivou od dvostrukog konzuma do sada dosegnutog u USA. Radi se o vrlo opreznoj procjeni, u kojoj se pretpostavlja životni standard prilično nizak, tim više ako se uzme u obzir onaj konzum energije, što će ga iziskivati prerada siromašnih sirovina za snabdijevanje industrije raznovrsnim metalima. Pa i kod takve oprezne procjene potreba ipak će ukupne količine energije za čitavi svijet dosegnuti okruglu cifru od oko 100 milijardi tona ekvivalentnog ugljena. Lako se može izračunati, da bi tako veliki potrošak doveo do iscrpljenja svih postojećih fosilnih rezerava goriva u roku od približno četrdesetak godina. Naime, danas se cijeni, da rezerve iznose oko 3700 milijardi tona ekvivalentnog ugljena i da su ovako raspodijeljene: 2500 milijardi tona ugljena, koji se može tehnički izvaditi, 280 milijardi tona (ekv. ugljena) nafte, 280 milijardi tona (ekv. ugljena) prirodnog plina, 660 milijardi tona (ekv. ugljena) naftinih proizvoda iz bituminoznih škriljaca i pješčara.

Nema međutim sumnje, da će budući svijet brzo dospjeti do takvog stanja, kada će morati računati isključivo na potpuno nove energetske izvore. Da vidimo, koji su to izvori.

Toplina zemlje, vjetrovi, plime i osjeke nisu od naročitog interesa, a u svakom slučaju imaju lokalni značaj. Ali najvažniju ulogu izgleda da može imati sunčana energija, prije svega kao energija za grijanje prostorija. Međutim pripada nuklearnoj energiji zadatak, da doskoči većem dijelu budućih potreba na energiji.

U slijedećoj tabeli pokušano je da se ocijeni podjela konzuma energije na pojedine izvore, kad jednom budu iscrpljena fosilna goriva:

sunčana energija, namijenjena sa 2/3 grijanju prostorija	22%
hidroelektrična energija	6%
drvo za papir i za građevinske konstrukcije	4%
drvo za proizvodnju tekućih goriva i kemičkih proizvoda	3%
tekuća goriva i pomoću nuklearne energije kemičkim putem proizvedena goriva	15%
nuklearna energija	50%

Do ove će se situacije doći prolazeći kroz izvjestan prelazni period, za vrijeme kojeg će tradicionalna goriva postepeno ustupati mjesto novim izvorima. Konzum nafte vjerovatno će rasti do 1975, održat će se gotovo konstantnim za pedesetak godina i onda će nastupiti iscrpljenje u drugoj polovici idućeg stoljeća. Naprotiv će u kontinuiranom porastu biti konzum ugljena, jer će on, svrsishodno prerađen, morati vremenom da daje neprekidno zamašniji dio tekućih goriva. Očekuje se, da će se konzum ugljena do dvadesetak godina po prilici izjednačiti s konzumom nafte, vjerojatno će dosegnuti maksimalne vrijednosti u pe-

[1] H. Brown, J. Bonner, J. Weir: »The next hundred years«, The Wiking Press, New York 1957.

riodu za nekoliko vjekova, da onda u razdoblju drugih pet ili šest vjekova opadne na nulu. Potrošnja energije iz nuklearnih izvora rast će za dvadesetak godina polagano, u posljednjoj četvrti ovog stoljeća brzo, a zatim vrlo brzo.

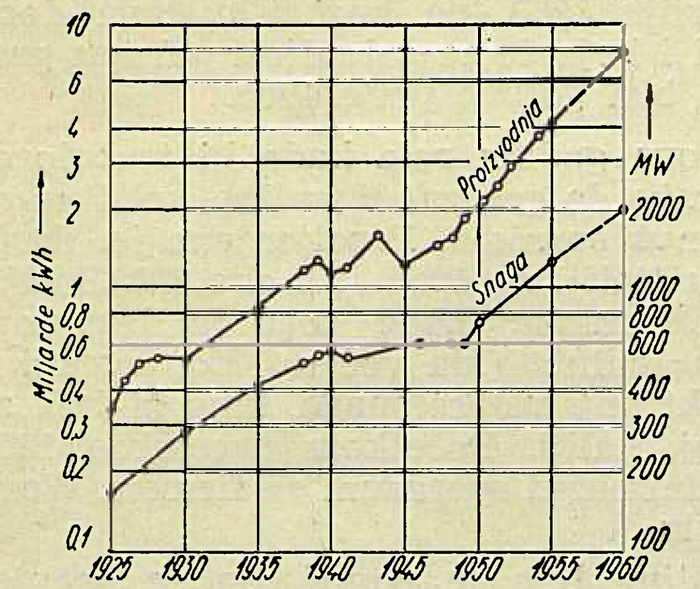
Dade se zaključiti, da će i u pogledu problema energije buduće čovječanstvo naći rješenje, a može se kazati, da na zemlji postoji gotovo neiscrpiva zaliha potencijalne energije. Uran i torij sadržan je u običnim stijenama kao granit u proporciji od 4 do 12 milijuntina. Odbivši energiju za njihovu ekstrakciju može se računati, da je jedna tona granita ekvivalentna s energetskog stanovišta s 15 tona ugljena. A morska voda, sa svoje strane, sadržava tolike količine deuterija, da bi se moglo bez granica snabdijevati procese sinteze. No potrebna je transformacija potencijalne energije u efektivnu, pa treba pronaći ključ za tu transformaciju i praktički provesti relativne procese. Priroda je neiscrpni izvor energije, a ono što je potrebno, jest naći i uvježbati ljude, koji su sposobni da crpe tu energiju.

Ing. J. Jerić

Elektroprivreda Rumunjske

Narodna Republika Rumunjska je država s površinom od 237.380 km² i 15,873.000 stanovnika, koja se tek nakon rata počela značajnije elektroprivredno razvijati.

Razvoj elektroprivrede NR Rumunjske iznio je N. Georgiu u časopisu Električestvo, br. 11, 1957. u članku pod naslovom »Razvoj energetike u Narodnoj Republici Rumunjskoj.« Sličan je članak napisao i L. Müller u časopisu Elektrizitätswirtschaft br. 19, 1957. pod naslovom »Električno gospodarstvo Rumunjske.« Ti su članci korišteni za ovaj izvještaj.



Sl. 1. Razvoj elektroprivrede u Rumunjskoj

Od 1945 do 1956 g. snaga elektrana je povećana 2 puta, a proizvodnja električne energije 5 puta. Prije rata, 1938. g., bilo je instalirano ukupno 500 MW, a proizvodnja je iznosila 1.148 GWh, s vrlo malim iskorištenjem elektrana od 1.530 — 2.160 sati.

U 1948. g. sve su elektrane nacionalizirane, a 1950. g. izrađen je plan elektrifikacije za razvoj od dvije petoljetke i to od 1951. do 1955. g. i od 1956. do 1960. g. Do 1950. g. nisu ušli u pogon nikakovi znatniji novi proizvodni kapaciteti, ali se iskorištenje elektrana popelo na 2850 sati. Elektrane su radile bez rezerve, a u nekim područjima trebalo je pribjeći redukcijama.

U periodu prvog petogodišnjeg plana, t. j. do 1955. g. povećala se instalirana snaga elektrana za 73% i dostigla 1280 MW.

Kakav je bio udio pojedinih vrsta elektrana, vidi se iz tabele 1, koja sadržava proizvodnju javnih i industrijskih elektrana 1950 i 1955 g.

U ovom periodu izgrađeno je 20 novih elektrana, a od tih četiri će imati konačnu snagu od 120—240 MW.

Prijeratne termoelektrane radile su s niskim tlakom od 12—14 ata i temperaturom pare od 300—350 °C, dok nove elektrane rade sa 110 ata i temperaturom pare od 500 °C. Veličina agregata kreće se u novim elektranama od 20 do 50 MW.

Dok je specifični potrošak ugljena, preračunat na uslovno gorivo od 7000 kcal/kWh, iznosio 1950. g. 0,74 kg/kWh, smanjio se on 1955. g. na 0,65 kg/kWh. Elektrana Doicesti je zasada najveća termoelektrana u zemlji s proizvodnjom od 400 GWh godišnje.

Do 1950 g. najveća hidroelektrana bila je elektrana Dobresti od 16 MW, a u posljednje su vrijeme stavljene u pogon još dvije elektrane slične snage. U gradnji je velika elektrana »Lenjin« kod mjesta Bicaz na rijeci Bistrici u Moldaviji, s instaliranom snagom od 210 MW, s padom od 150 m i okumulacijom od 1,2 milijarde m³. Elektrana bi trebala ući u pogon 1960. g. Rumunjska raspolaže s ekonomski iskoristivim hidrosnagama od 5.800 MW, s mogućom proizvodnjom od 28.000 GWh, te još postoje prilične mogućnosti izgradnje.

Tabela 1

Pogon	1950		1955	
	GWh	%	GWh	%
Parne turbine	1.540	73,0	3.380	78,6
Diesel	400	19,0	600	14,0
Vodne turbine	170	8,0	320	7,4
Ukupno	2.110	100,0	4.300	100,0

Normalni su naponi u Rumunjskoj 220, 380 i 500 volti, te 3, 6, 10, 35, 110 i 220 kV, a u upotrebi su još i naponi 15, 25 i 60 kV. Najviši napon, koji je za sada u pogonu, je 110 kV, dok se napon od 220 kV predviđa početkom trećeg petogodišta oko 1960. g.

Ukupna duljina vodova od 6—110 kV iznosila je 1950. g. 2500 km, a od toga 122 km vodova 110 kV i 450 km vodova 60 kV. Tada je samo 30% instalirane snage elektrana bilo vezano u jedinstveni elektroenergetski sistem, dok je danas ta brojka povećana na 70%, a do 1960. g. predviđa se 80 do 85%.

U drugom petogodištu (do 1960. g.) naročita će se pažnja posvetiti izgradnji vodova 60 i 110 kV. Smatra se, da će se godišnje staviti u pogon oko 600 km ovih vodova, od čega 60% otpada na vodove 110 kV. U 1952. g. prešlo se na način gradnje vodova, koji je bolje prilagođen klimatskim prilikama zemlje, čime se snizila specifična cijena vodova po km. U posljednje se vrijeme osjeća tendencija povećanja presjeka i raspona kod gradnje vodova. Vrlo široku primjenu sve do napona od 110 kV našli su centrifugirani betonski stupovi. Oni se također vrlo dobro koriste za portale u transformatorskim stanicama.

U ledom ugroženim krajevima počelo se s odleđivanjem vodiča grijanih strujom, no odleđivanje zaštitnih užeta i dojava opasnosti od leda predstavljaju još uvijek problem.

U 1952 g. uvedene su dispečerske uprave i danas djeluju dva dispečerska centra s nacionalnom dispečerskom službom. Od 1956. g. primjenjuje se visokofrekventno daljinsko mjerenje s aparaturama proizvedenima u zemlji.

Da se poboljša rad sistema, poduzimlju se već od 1953. g. mjere za povećanje stabilnosti putem poboljšanja relejne zaštite i primjenom forsiranog uzbuđenja na generatorima.

U 1955. i 1956. g. počelo se na osnovu provedenih pokusa upotrebljavati na vodovima 60 i 110 kV jednofazno brzo ponovno uključivanje. Ovaj je sistem uzet za jednostruke vodove napajane s dvije strane, dok je za dvostruke vodove i vođove u petlji primijenjeno trofazno ponovno uključivanje. Uvođenjem ovih mjera broj kvarova na vodovima i prekida dobave znatno je smanjen. Sklopke starih tipova zamijenjene su novim pneumatskim i malouljnim dovoljne snage.

Napon 5 i 6 kV upotrebljava se u gradskim mrežama, ali se upravo čine studije za prijelaz gradske mreže Bukurešta na 10 kV.

Seoska elektrifikacija provedena je najviše visokim naponom od 15 kV, a u novije vrijeme od 35 kV. Posljednjih se godina počeo vršiti prijenos za poljoprivredne potrebe trofaznim sistemom s dva vodiča i zemljom kao trećim vodičem.

U udaljenijim se predjelima grade male hidro i termo elektrane. Turbine su obično propelerne, Francisove ili Bankijeve izrađene u mjesnim radionicama. Male termoelektrane rade s lokalnim gorivima, ponajviše s raznim otpacima. Premda je već mnogo učinjeno na elektrifikaciji sela i poljoprivrednih dobara, ipak još znatan dio zemlje nije elektrificiran.
Kako je potrošnja električne energije razdijeljena na glavne grupe potrošača pokazuje tabela 2.

Tabela 2

Potrošnja	1950	1955	1960
industrija, vuča, poljoprivreda	68,0	70,9	68,4
široka potrošnja i rasvjeta	15,1	13,2	16,9
vlastiti potrošak i gubici	16,9	15,9	14,6
Ukupno	100%	100%	100%

Na koncu treba primijetiti, da je razvoju elektrifikacije dala svoj doprinos i domaća elektroindustrija, koja je svoju proizvodnju povećala četiri puta od 1950. do 1955. g. Danas se već u zemlji grade transformatori 110 kV do snage od 20 MVA, pa sinhroni kompenzatori i veliki motori visokog napona.

Ing. B. Markovčić

Aktivnost u Italiji na području nuklearne energije

Pod naslovom »Aktivnost u Italiji« održao je u New Yorku 30. oktobra 1957. prigodom IV. godišnjeg kongresa »Atomic Industrial Forum« predavanje Ing. G. Valerio, član uprave društva »Edison« u Milanu i predsjednik Talijanskog elektro-nuklearnog društva (SELNI). Izvodi iz ovog interesantnog predavanja o energetskoj situaciji u Italiji i o potrebama gradnje nuklearnih elektrana u neposrednoj budućnosti zasnivaju se na članku objelodanjenom u časopisu *Quaderni* broj 257, od 15. XII. 1957.
Italija posjeduje zamašnu industriju za opremu u neprekidnoj i brzoj ekspanziji. Zbog toga su potrebe energije također velike i isto tako u brzom razvoju. U periodu od 1922. do 1955. potrebe na električnoj energiji u Italiji rasle su u prosjeku godišnje za nešto manje od 7% unatoč kriza i posljedica rata, a ovaj je prirast dosegao 9% u poratnom periodu od 1950. do 1955. U godini 1956. proizvodnja je premašila cifru od 40,5 milijardi kWh.
Ako se razmotri budući razvoj, izgleda da bi bilo razumno pretpostaviti prosječni godišnji prirast u granicama od 7%, tako da se talijanske potrebe mogu predvidjeti u 1965. sa 76 milijardi, a u 1975. eventualno i sa 152 milijarde kWh. Proizvodnja hidrauličke i geotermičke energije bila je u 1956. god. 33 milijarde kWh, a to odgovara oko 60 do 66% od procijenjenih količina u izvorima jedne i druge vrste, koje se mogu ekonomski iskoristiti i koje se cijene na 50 do 55 milijardi kWh godišnje. Ako se pretpostavi, da će iskorištenje spomenutih izvora u 1965. dosegnuti navedenu visinu, još bi preostalo da se proizvede u termoelektranama 26 milijardi u 1965., a oko 102 milijarde u 1975.

Talijanske rezerve krutih goriva vrlo su skromne, praktički se mogu potpuno zanemariti. Malo ili ništa može se kazati o tekućim gorivima. Pa ako se uzme u račun i prinos prirodnig plina, ipak će u neposrednoj budućnosti biti potreban uvoz ugljena i gorivog ulja u sve većim količinama.

Mnogi razlozi, između kojih ne stoje na posljednjem mjestu sigurnost i kontinuitet dobave, ograničavaju mogućnosti uvoza i traže, da se pronađe neki izlaz; inače će talijanska elektroprivreda zapasti u tešku krizu već na početku idućeg decenija.

Da bi se pokrio energetski deficit, možda se može naći najpovoljnije rješenje, također i sa ekonomskog stanovišta, pomoću nuklearne energije. Tradicionalna su goriva u Italiji vrlo skupa, njihova prosječna cijena je oko tri puta viša nego u USA. Ove okolnosti dovest će do toga, da će Italija biti među prvim zemljama, u kojim će nuklearna energija biti rentabilna, i to će se sigurno desiti mnogo prije nego u USA. Jasno je dakle, da se u Italiji traži brzo rješenje problema proizvodnje nuklearne energije. Budući da nuklearne elektrane, koje se sada studiraju i koje su u fazi projekta, ne će biti izgrađene prije 1961/62., dok one koje će se proučavati poslije 1960. na bazi iskustava dobivenih u prvoj grupi i koje će pretstavljati »drugu generaciju«, ne će moći biti gotove prije 1965.

Upravo je ova godina rok, kada bi trebalo da Italija bude u stanju da proizvodi velike količine električne energije u nuklearnima. Procijenjeno je, da će trebati instalirati u Italiji do 1965—67. oko 3000 MW u nuklearnim elektranama. Zbog toga je društvo »Società Edisonvolta« odlučilo da već u 1955. izgradi prvu nuklearnu elektranu velike snage, koja bi bila smještena u Sjevernoj Italiji. Početkom decembra 1956. sklopljen je preliminarni sporazum sa firmom Westinghouse u tom smislu.

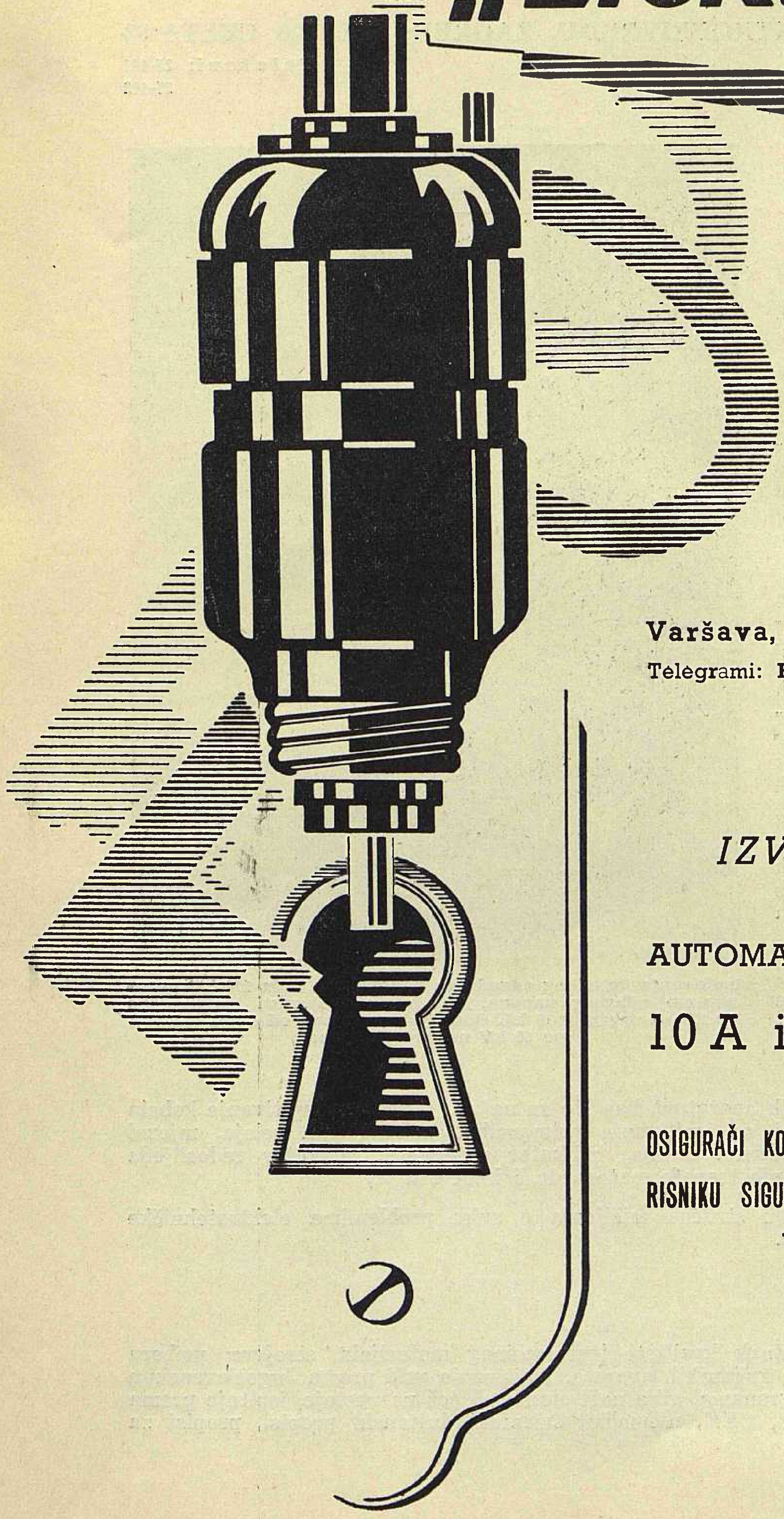
Ova inicijativa bila je povod, da se osnuje društvo Società Elettronucleare Italiana (SELNI), u kojem učestvuju glavna talijanska električna poduzeća centra i sjevera. Jedno drugo društvo, Società Elettronucleare Nazionale (SENN), osnovano je u cilju izgradnje nuklearne elektrane na jugu Italije. U proljeće 1956. firme »Fiat« i »Montecatini« zajednički su osnovale novo društvo SORIN sa svrhom da razvija studije i pokusnu opremu, te da izgrađuje postrojenja za industrijsko korištenje nuklearne energije. Konačno SIMEA i »Agip-Nucleare«, dva društva potpuno u posjedu države, izrađuju dva projekta za nuklearna postrojenja, od kojih jedan tipa PWR za južnu Italiju, a drugi tipa »Calder Hall« za sjevernu Italiju.

U pogledu istraživanja izvršene su originalne studije u ustanovi CISE (Centro Informazioni Studi ed Esperienze), a u novije je doba Italija preko ustanove CNRN (Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari) nabavila reaktor za ispitivanja tipa CP-5 u USA, koji će biti montiran u Centru za nuklearna ispitivanja u Ispri, na obali jezera Lago Maggiore u Sjevernoj Italiji.

Ing. J. Jerić

POLJSKO PODUZEĆE ZA VANJSKU TRGOVINU ELEKTROTEHNIČKOM OPREMOM

„Elektrim"



Varšava, ul. Czackiego **15/17**

Telegrami: **ELEKTRIM WARSZAWA**

IZVOZI:

AUTOMATSKE OSIGURAČE

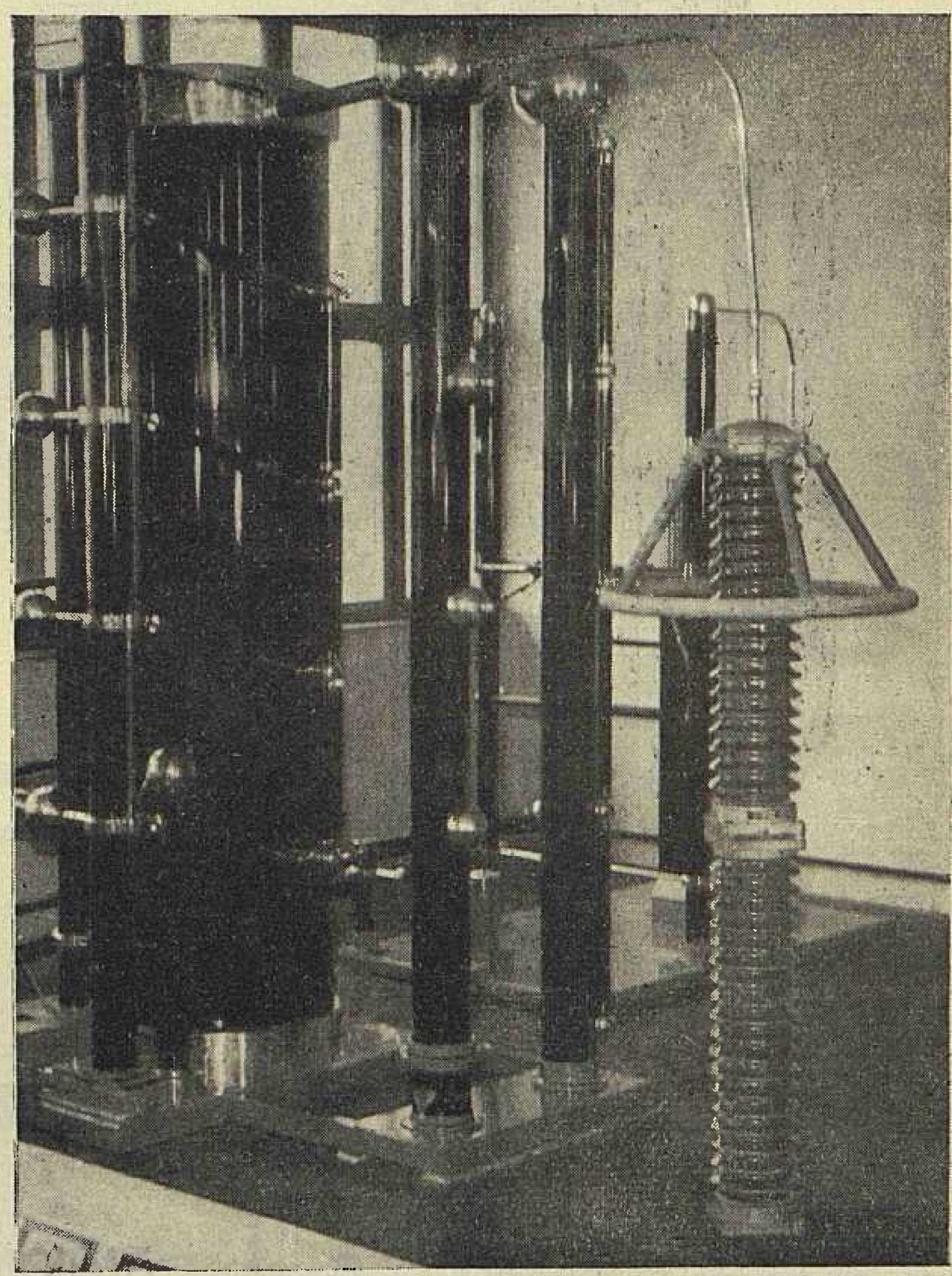
10 A i 15 A, 220 V

OSIGURAČI KOJE ISPORUČUJEMO JAMČE KORISNIKU SIGURNOST I SIGURAN RAD ELEKTRIČNIH UREĐAJA

Laboratorij za visoki napon i jaku struju

INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU, ZAGREB, SELSKA CESTA 83

Telefoni: 25-441
25-442



Ispitivanje katodnog odvodnika naponskoga reda 110 kV generatorom udarnog napona, koji može proizvesti maksimalno 800 kV uz energiju 10 kJ. Odvodnik se sastoji od dvije jedinice po 60 kV nazivnog napona.

OBAVLJA ZA ELEKTROPRIVREDU:

- ispitivanje elektrotehničke opreme za 110, 30, 10, 6 kV-ne i niskonaponske mreže sa visokim naponima pogonske frekvencije, te udarnim naponima u svrhu preuzimanja, kontrole i mjerenja karakteristika,
- vrši pojedinačna i tipska ispitivanja izolatora, odvodnika prenapona, kabela, mjernih i učinskih transformatora, učinskih sklopki, primarnih i sekundarnih releja, izolacionih materijala, niskonaponskih aparata, te sve ostale opreme,
- obavlja ispitivanja, baždarenja i popravke mjernih transformatora, brojila te električnih instrumenata svih vrsta i sistema,
- najmodernijim oscilografima laboratorij istražuje prijelazne pojave i registrira ih pomoću prigrađenih kinokamera,
- izrađuje sve vrste ispitnih aparatura kao što su na pr.: uređaj za ispitivanje kabela nakon polaganja, uređaj za ispitivanje primarnih i sekundarnih releja, mjerni uređaj za registraciju struja munja, indikator polariteta, indikator redoslijeda faza, sve vrsti regulacionih transformatora do 5 kVA i t. d.,
- izrađuje elaborate i daje stručna mišljenja o svim problemima elektrotehničke opreme i njene ugradnje.

ZA ELEKTROINDUSTRIJU:

- obavlja ispitivanja za Znak kvalitete instalacionog materijala, strojeva, pribora i svih vrsta električnih i kućanskih aparata. Ispitivanja vrši prema Jugoslavenskim standardima, a u onim granama, gdje naši standardi još ne postoje, ispituje prema stranim propisima (IEC, CEE, njemački, švicarski, britanski propisi, propisi za tropske krajeve i t. d.).

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ ZA MJESEC LISTOPAD 1957

Proizvodnja i nabava električne energije u NRH

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh						Nabava MWh iz				Predano potrošačima
		Udružene elektroprivrede		Većih ind. elektrana		Ukupno		Slovenije	BiH	Italije	Ukupno	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE					
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1o	11
X.	1956	18572	17919	389	22649	18961	40568	34837	10622	—	45459	104988
XI.	1956	55686	15075	1244	16470	56930	31545	32343	3609	—	35952	124427
XII.	1956	67898	15014	1489	13290	69387	28304	35258	5045	—	40303	137994
Ukupno	1956	546384	194728	15633	187998	562017	382726	322940	70413	837	394190	1338933
I.	1957	61804	15752	1322	12720	63126	28472	34536	8207	—	42743	134341
II.	1957	66014	8225	1678	10559	67692	18784	22200	13658	—	35858	122334
III.	1957	57981	15010	1358	11403	59339	26413	25093	20724	—	45817	131569
IV.	1957	63618	9678	1902	10868	65520	20546	32754	10874	—	43628	129694
V.	1957	60165	14305	1623	11231	61788	25536	37726	7201	—	44927	132251
VI.	1957	50612	16278	1240	11656	51852	27934	34056	9559	—	43615	123401
VII.	1957	27559	12692	659	13219	28218	25911	26744	42944	—	69688	123817
VIII.	1957	23668	19756	603	16001	24271	35757	24536	38800	—	63336	123364
IX.	1957	27511	21139	908	18524	28419	39663	22055	30968	—	53023	121105
X.	1957	56381	21448	1443	18433	57824	39881	24376	18151	—	42527	140232
Ukupno	I.-X.	495313	154283	12736	134614	508049	288897	284076	201086	—	485162	1282108

ENERGETSKA BILANCA ZA MJESEC LISTOPAD 1957. ZEP HRVATSKE U MWh

IZVOR ELEKTRIČNE ENERGIJE	Elektroenergetski sistem			Ukupno
	Zap. Hrvatska	Dalmacija	Slavonija	
a	1	2	3	4
Proizvodnja na generatoru: hidroelektrane	17262	39117	2	56381
termoelektrane	20824	6	618	21448
Ukupno (a)	38086	39123	620	77829
Vlastiti potrošak	2115	199	122	2436
Prag udruženih elektrana	35971	38924	498	75393
Nabava: od industrijskih elektrana (b)	64	2482	567	3113
od susjed. zajednica (c)	30249	7155	5123	42527
iz inozemstva (d)	—	—	—	—
Ukupno raspoloživo na pragu:	66284	48561	6188	121033
Gubici: prijenosa	4094	1918	463	6475
distribucije	9141	2695	829	12665
Predano potrošačima	53049	43948	4896	101893
Industr. vlastita opskrba (e)	6852	5202	4709	16763
Ukupna proizvodnja (F = a + b + e)	45002	46807	5896	97705
Proizvodnja i nabava (G = f + c + d)	75251	53962	11019	140232
Nenamirene potrebe:				
zbog pomanjkanje energije	5,0	289,5	1,2	295,7
zbog pogonskih smetnji	25,2	22,5	20,5	68,2
Ukupni manjak električne energije	30,2	312,0	21,7	363,9
Ukupna potreba električne energije	75281,2	50274,0	11040,7	140595,9
Zadovoljenje u %	99,96	99,42	99,80	99,74

POGONSKI POKAZATELJI ELEKTRANA ZA MJESEC LISTOPAD 1957.

Područje	NAZIV ELEKTRANE	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja		Vlastiti potrošak		Moguća proizvodnja	Faktor iskorištenja	Maksimalno opterećenje MW	Utrošak topline kcal kWh
			u izvj. mjesecu	od početka godine	MWh	% od proizvodnje				
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ZAPADNA HRVATSKA	HE Vinodol	75,2	14220	61656	106	0,75	14220	100,0	74,0	—
	HE Ozalj	5,0	2103	19433	105	5,00	2103	100,0	5,3	—
	HE Zeleni Vir	0,8	567	4613	2	0,35	567	100,0	0,8	—
	HE Fužine	...	372	441	17	4,57	...	...	...	—
	TE Zagreb	17,0	7909	59889	655	8,27	12648	62,7	15,2	5339
	TE Jertovec	14,0	10400	49609	1063	10,17	10416	99,7	...	...
	TE Vlaška	7,0	734	25212	82	11,37	5208	14,1	4,0	4788
	TE Rijeka	5,0	1781	13215	85	4,77	3720	47,8	5,0	6432
	TE Željezara, Sisak	5,5	3230	29804	593	18,37	4092	78,9	6,8	...
	TE Tv. za pam. ind., Duga Resa	2,6	1108	11588	126	11,38	1934	57,4	3,3	4150
	HE Tv. za pam. ind., Duga Resa	1,7	570	4444	—*	—*	...	...	—	—
	TE Pamučna ind., Zgb.	0,5	—	86	—	—	372	—	...	—
	TE Tv. papira, Zagreb	2,1	748	7517	...	...	1562	48,0		...
	TE Tv. papira, Rijeka	2.0	834	6378	50	6,00	1488	56,2	1,8	4995
	HE Tv. papira, Rijeka	0,4	151	2045	—*	—*	...	...		—
	TE Tv. cementa, Koromačno	1,2	275	2376	...	...	893	30,8	...	...
	UKUPNO:		45002	298306	2884	6,14				
DALMACIJA	HE Kraljevac	58,0	26315	264448	150	0,62	27850	87,2	45,0	—
	HE Miljacka	20,0	10326	105650	35	0,34	10390	99,5	...	—
	HE Jaruga	5,4	3553	33757	3	0,08	3830	92,7	5,5	—
	HE Zavrelje	1,5	923	4764	10	1,08	...	...	...	—
	DE Dubrovnik	1,0	3	120	1	33,32	744	0,4	...	...
	DE Zadar	0,5	3	27	0	—	372	0,8	...	...
	TE Jugovinil	17,5	5981	35460	...	...	12871	46,5	...	...
	TE Tv. cementa, Sućurac	3,7	—	1496	—	—	2753	—	...	...
	TE Tv. cementa, Majdan	1,6	981	9157	...	...	1190	82,5	...	...
	HE Tv. cementa, Majdan	1,0	464	4813	...	...	...	...	...	—
	HE Roški Slap, Siverić	0,8	258	1434	...	...	...	...	...	—
	UKUPNO:		46807	461126	...	...				
SLAVONIJA	TE Osijek	3,2	485	4597	91	18,57	2381	20,3	2,0	5849
	TE Đakovo	0,35	132	1584	31	23,50	260	50,7	0,5	10450
	DE Vinkovci	0,2	1	30	0	—	149	0,7	...	...
	DE Kuzmica	0,15	—	535	—	—	...	...	...	—
	HE Mihaljevci	0,08	2	16	225	—	...	...	...	—
	TE Jug. komb. Borovo	6,0	1787	17752	79	12,60	4464	40,0	4,5	4929
	TE Tv. vagona, Sl. B.	3,0	616	6566	372	12,83	2232	27,6	1,8	...
	TE Sladorana, Županja	7,0	1991	4692		18,68	5208	38,3	2,9	6264
	TE Šećerana, Osijek	2,0	882	1642	...	...	1488	59,3	30,6	2000
	UKUPNO:		5896	37514	798	13,55				
	SVEUKUPNO:		97705	796946	...	...				

* Vlastiti potrošak za industrijske elektrane, koje rade hidro i termo, iskazan je ukupno pod termo.

AKUMULACIJA HE VINODOL ZA MJESEC LISTOPAD 1957.

Akumulacija 30. IX. 1957.		20.276,4 MWh	Raspoloživa količina vode	29.430,1 MWh
dotok Lokvarke	3.989,2 MWh		Proizvodnja	14.219,7 MWh
dotok Ličanke	5.164,5 MWh		Preliv preko brane	— MWh
Ukupno		9.153,7 MWh	Akumulacija 31. X. 1957.	15.210,4 MWh
			Iskorištenje dotoka	100%

PROIZVODNJA UGLJENA ZA MJESEC LISTOPAD 1957.

Vrste ugljena — ugljenokopi		Proizvodnja u tonama					
		izvještajni mjesec			od početka godine		
		1956	1957	odnos % 2 : 1	1956	1957	odnos % 5 : 4
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Raša		70660	66860	94,5	675690	693170	102,6
M R K I	Rudnik mrkog uglja »Dubravice«	1692	400	23,7	9601	5996	62,5
	Golubovečki ugljenokopi, Golubovec	6400	6700	104,7	67961	71229	104,8
	Rudnik mrkog uglja, Ivanopolje	2085	1940	93,1	22026	20458	93,0
	Krapinski ugljenokopi. Krapina	1435	1341	93,6	20732	18676	90,0
	Međimurski ugljenokopi, Mursko Središće	17163	17570	102,4	160744	168120	104,3
	Rudnik mrkog uglja, Pregrada	3446	4754	138,5	32987	46721	141,4
	Dalmatinski ugljenokopi, Siverić	12940	11824	91,3	125292	121425	97,0
	Konjšćinski ugljenokopi, Zajezda	2800	2600	92,9	32928	32530	67,8
	Rudnik tv. opeke »Češko selo«	—	124	—	—	1455	—
	Rudnik mrkog uglja, Ratkovica	—	1673	—	—	9040	—
Svega mrki		47961	48926	102,0	472271	495650	105,0
L I G N I T	Rudnik lignita, Donji Lipovac	484	—	—	3378	418	12,4
	Ivanečki ugljenokopi, Ivanec	13033	14300	109,7	119902	129520	108,2
	Konjšćinski ugljenokopi, Konjšćina	24003	25707	106,8	228585	243694	106,6
	Koprivnički ugljenokopi, Koprivnica	11445[1]	12866[1]	112,3	108420	124147	114,7
	Rudnik lignita, Ladanje Donje	14239	14387	101,0	131646	131221	99,7
	Bjelovarski ugljenokopi, Mišulinovac	4207[2]	3813[2]	90,5	36268	36038	99,2
	Novogradiški ugljenokopi, Nova Gradiška	1148	365	31,7	9521	8568	89,6
	Rudnik lignita »Bilo«, Pitomača	2545	3644	143,2	27832	30214	108,5
	Rudnik lignita, Sinj	2520	565	22,4	33441	7462	22,3
	Rudnik lignita, Špičkovina	2500	1710	68,5	24300	20420	84,0
	Stubički ugljenokopi Tugonica	15119	11844	78,4	127357	125007	98,4
	Križevački ugljenokopi, Voj. Kloštar	3557	4022	113,0	29550	35546	120,3
	Kordunski rudnici, Topusko	1679	1088	64,8	15805	11294	71,5
	»Bratstvo«, Kapela	—	130	—	—	929	—
	Ciglana »Crvena Zvezda«, Garešnica	—	—	—	—	1085	—
Svega lignit		96479	94441	79,9	896005	905564	100,8
Ukupno sve vrste ugljena		215100	208227	96,8	2043966	2094394	102,4

Napomena 1) Uključena proizvodnja pripojenih poduzeća Rasinja i Petrovdol.
2) Uključena proizvodnja pripojenog poduzeća Šandrovac.

INDEKS PROIZVODNJE UGLJENA I KOKSA U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						Koksare	Plinare
		Ukupno	kameni	mrki	lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora		
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proizvodnja u 000 t	X. 1957	1511	99	696	716	365	210	353	568	0,8	14,4	87,3	2,0
	I—X. 1957	14745	1022	7052	6671	3552	2095	3399	5585	8,8	105,1	877,6	20,2
Indeks na bazi	X. 1956	98	91	93	104	94	98	106	96	73	110	101	100
	I—X. 1956	107	101	103	114	110	103	112	105	90	96	115	109

INDEKS PROIZVODNJE I PRERADE NAFTE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzini	»White« špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ	Uvoz sirove nafte
		t	000m³	t	t	t	t	t	t	t	t
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Proizvodnja	X. 1957	35131	3357	82524	21386	770	4003	22718	3006	166	67406
	I—X. 1957	328039	33773	864799	181073	7348	63038	213733	35094	1560	550109
Indeks na bazi	X. 1956	130	50	98	138	91	49	107	99	101	92
	I—X. 1956	138	62	119	132	140	95	127	134	105	111

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 12/1957).

STRUKTURA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO VRSTAMA POTROŠAČA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA NR HRVATSKE ZA MJESEC LISTOPAD 1957.

Potrošačkaa grupa	PODRUČJE									Sveukupno		
	Zapadna Hrvatska			Dalmacija			Slavonija			u izvj. mjes. (1+4+7)		od početka god. (3+6+9)
	u izvj. mjes.		od početka god.	u izvj. mjes.		od početka god.	u izvj. mjes.		od početka god.			
	MWh	%	MWh	MWh	%	MWh	MWh	%	MWh	MWh	%	MWh
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kućanstva	15889	24,0	128441	7601	15,7	69605	1567	25,3	12394	25057	20,6	210440
Rasvj. u posl. prostor.	2185	3,3	21599	564	1,1	6371	416	6,7	3745	3165	2,6	31715
Motori i aparati	2407	3,6	21685	762	1,6	6249	373	6,0	3155	3542	2,9	31089
Poljoprivredni motori	489	0,7	3943	62	0,1	344	65	1,1	468	616	0,5	4755
Javna rasvjeta	1012	1,5	8493	398	0,8	2656	173	2,8	1479	1583	1,3	12628
Vodovod	2348	3,5	23036	785	1,6	8370	145	2,4	1453	3278	2,7	32859
Električna vuča												
a) tramvaj i trolejbus	1055	1,6	9903	35	0,1	363	91	1,5	902	1181	1,0	11167
b) željeznica	1161	1,8	9910	—	—	—	—	—	—	1161	1,0	9910
Ugljenokopi	5842	8,8	60041	158	0,3	1120	—	—	—	6000	5,0	61161
Tvornice cementa	2710	4,1	24402	3755	7,7	34880	—	—	—	6465	5,4	59282
Elektro-kemija	—	—	—	16969	35,0	214239	—	—	—	16969	14,0	214239
Elektro-metalurgija	—	—	—	10105	20,8	83443	—	—	—	10105	8,4	83443
Ostala industrija	16712	25,2	154217	2667	5,5	24121	2024	32,7	16672	21403	17,7	195010
Preprodavci	1239	1,9	11065	87	0,2	842	42	0,7	290	1368	1,1	12197
Predano potrošačima	53049	80,0	476735	43948	90,5	452603	4896	79,2	40558	101893	84,2	969896
Gubici prijenosa i distribucije	13235	20,0	105709	4613	9,5	46630	1292	20,8	14419	19140	15,8	166758
Ukupno raspoloživa električna energija	66284	100,0	582444	48561	100,0	499233	6188	100,0	54977	121033	100,0	1136654

INDEKS PROIZVODNJE ELEKTROENERGIJE U FNRJ

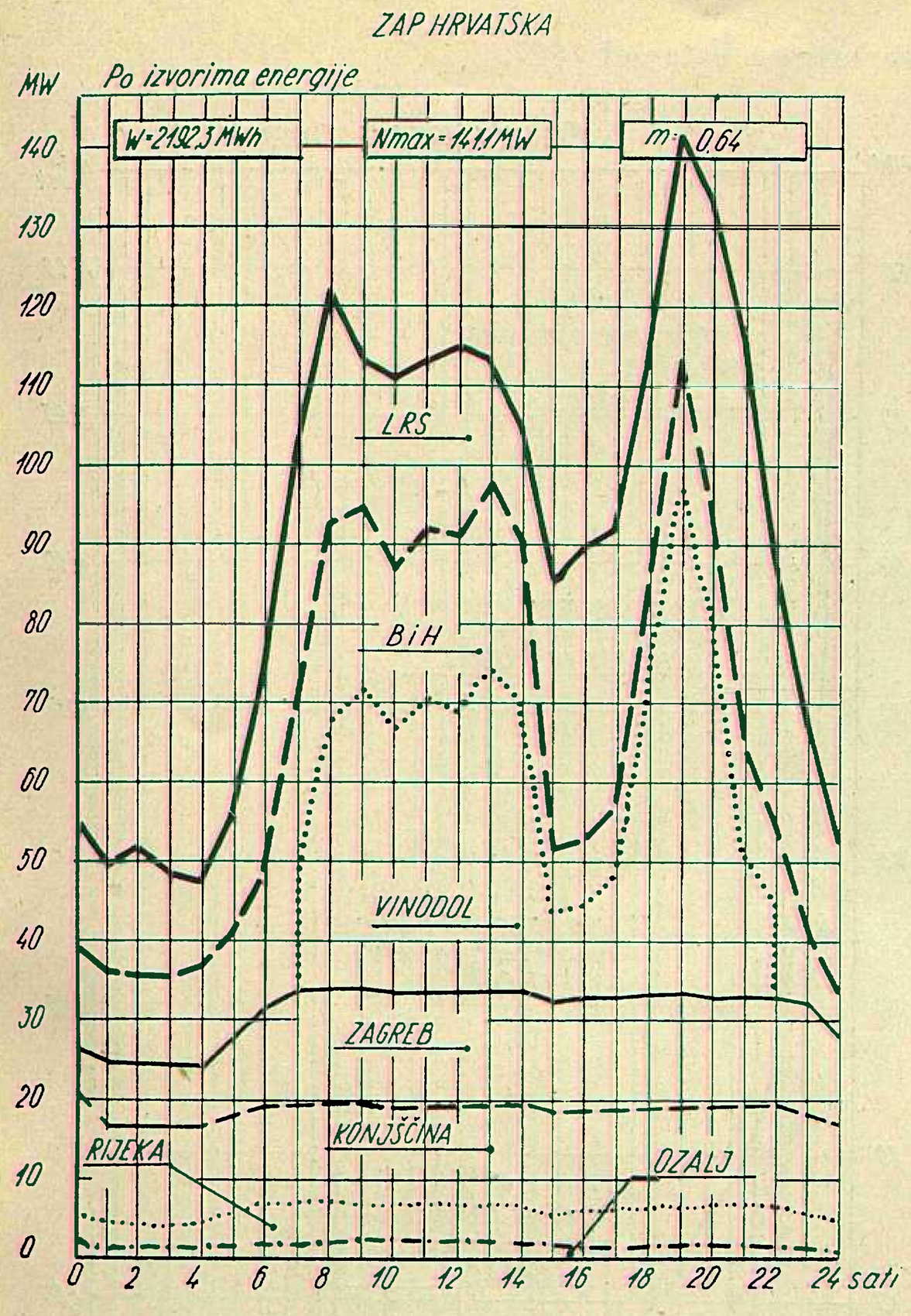
Pokazatelj	Izvještanjo razdoblje	FNRJ			Po narodnim republikama					
		Ukupno	hidro	termo	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	10
Proizvodnja u MWh	X. 1957.	572	303	269	135	103	200	101	29	3
	I—X. 1957.	4992	2828	2164	1127	850	1902	912	173	29
Indeks na bazi	X. 1956.	129	184	97	117	156	114	136	264	150
	I—X. 1956.	123	119	129	120	105	125	143	152	119

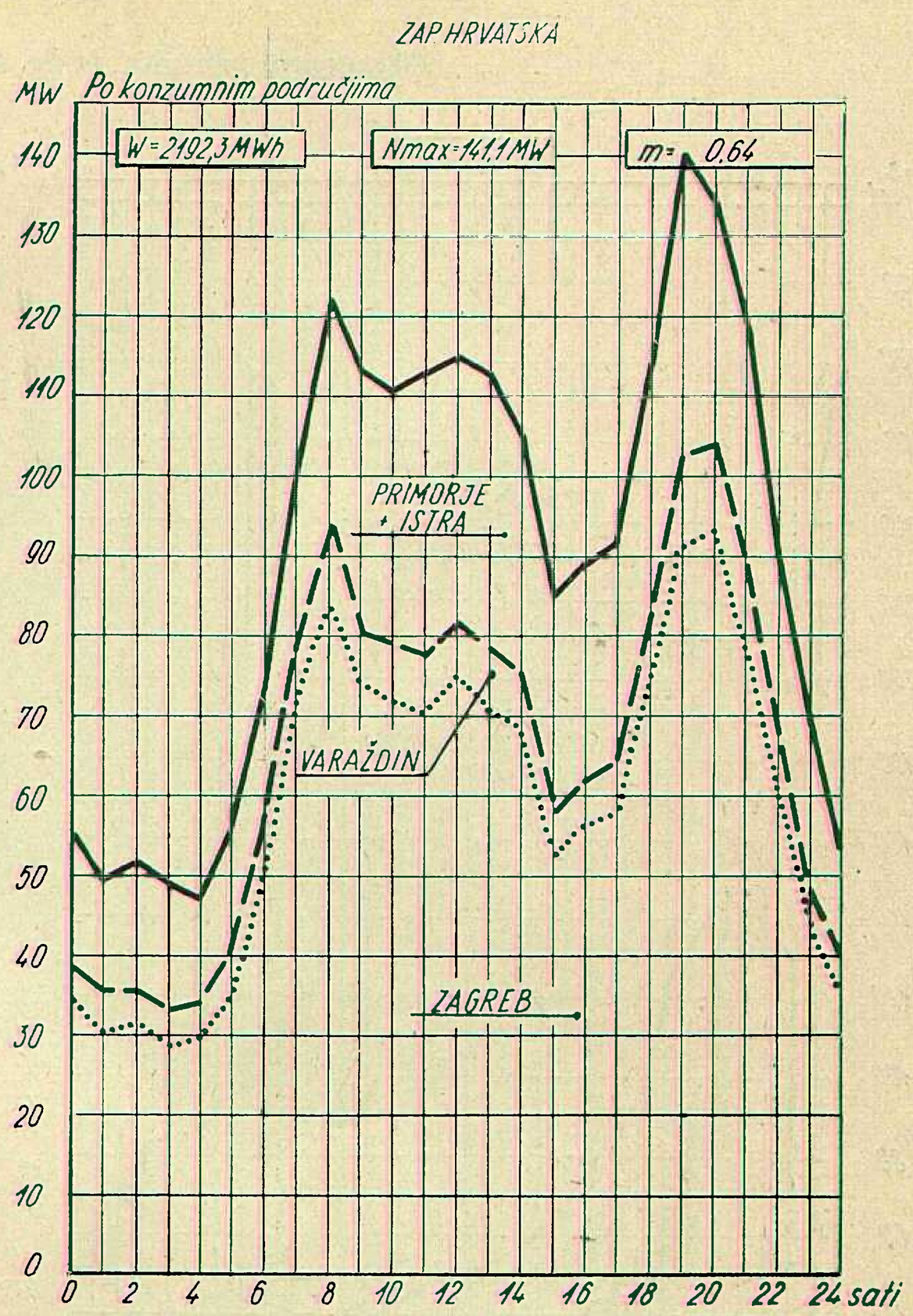
INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U FNRJ

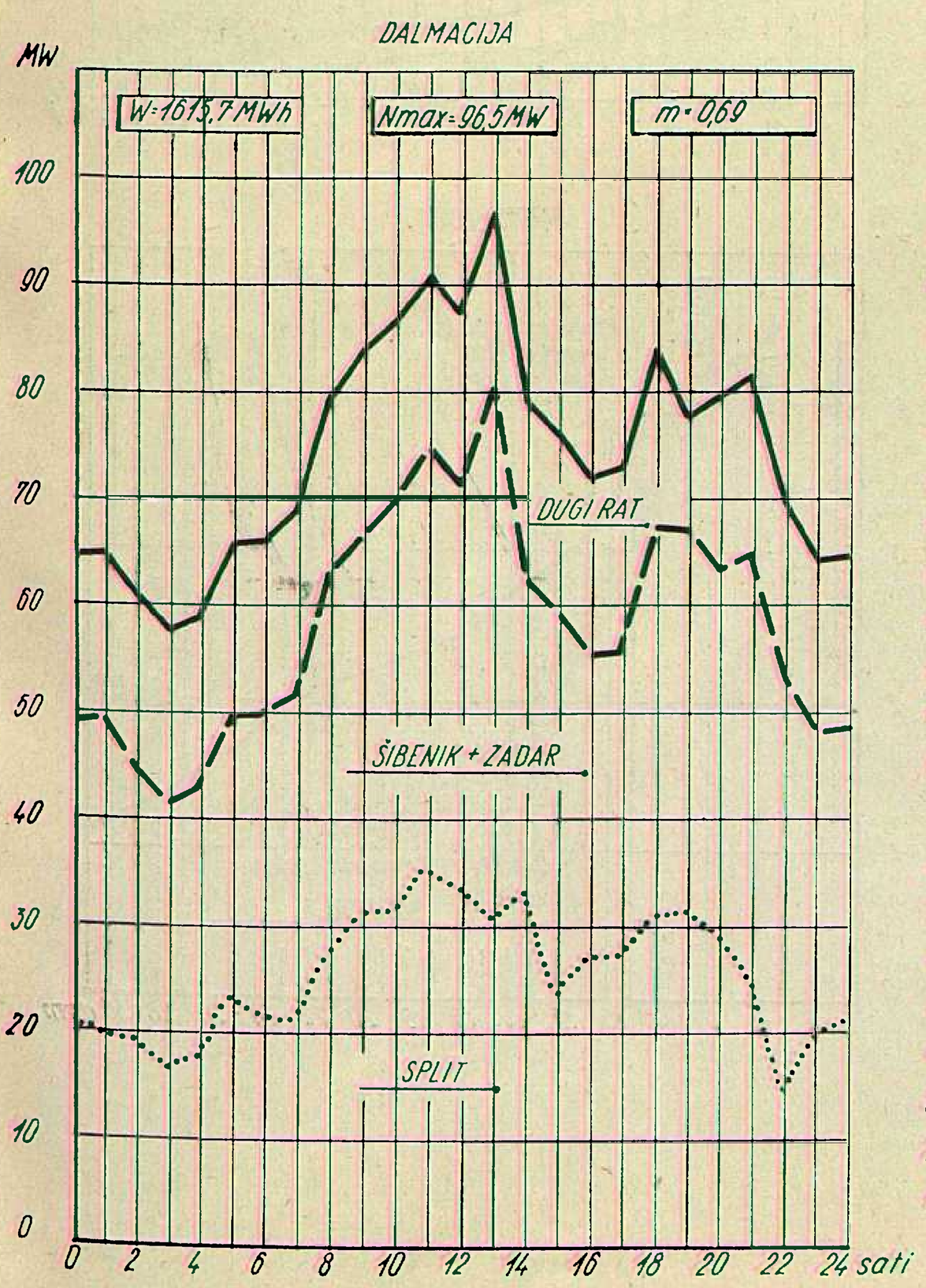
Izvještajno razdoblje		Po narodnim republikama							Po namjeni		
		FNRJ	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	sredstava rada	materijal za reprodukciju	Potrošna roba
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X.	1956.	119	126	121	111	114	106	130	108	113	137
	1957.	131	142	134	121	119	129	125	122	122	153
I—X.	1956.	97	96	97	98	98	95	95	95	98	96
	1957.	113	113	115	112	111	111	102	109	113	116

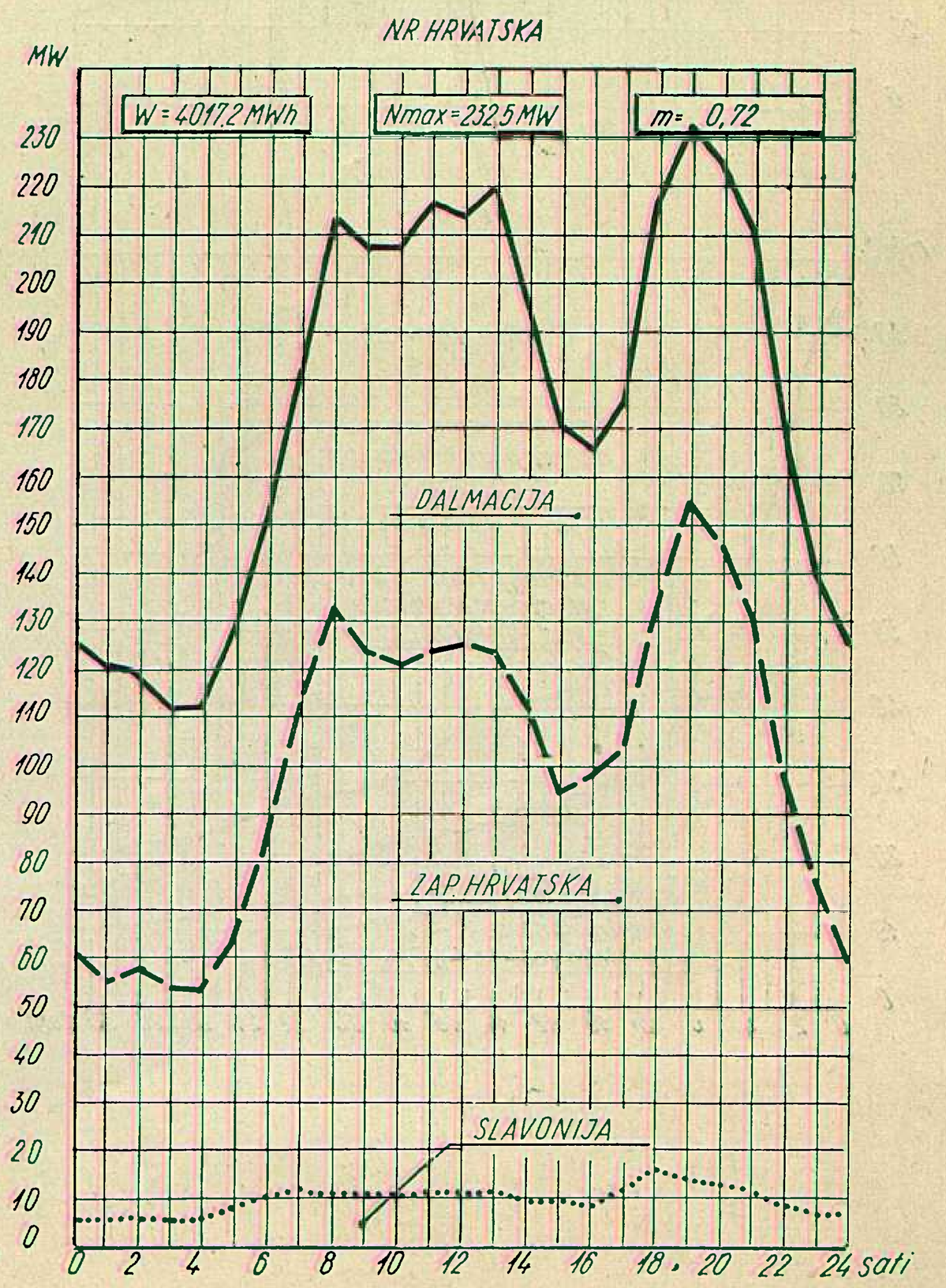
NAPOMENA: Za sastav tabele indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 12/1957).

Tok dnevnog opterećenja na dan 16. X. 1957.

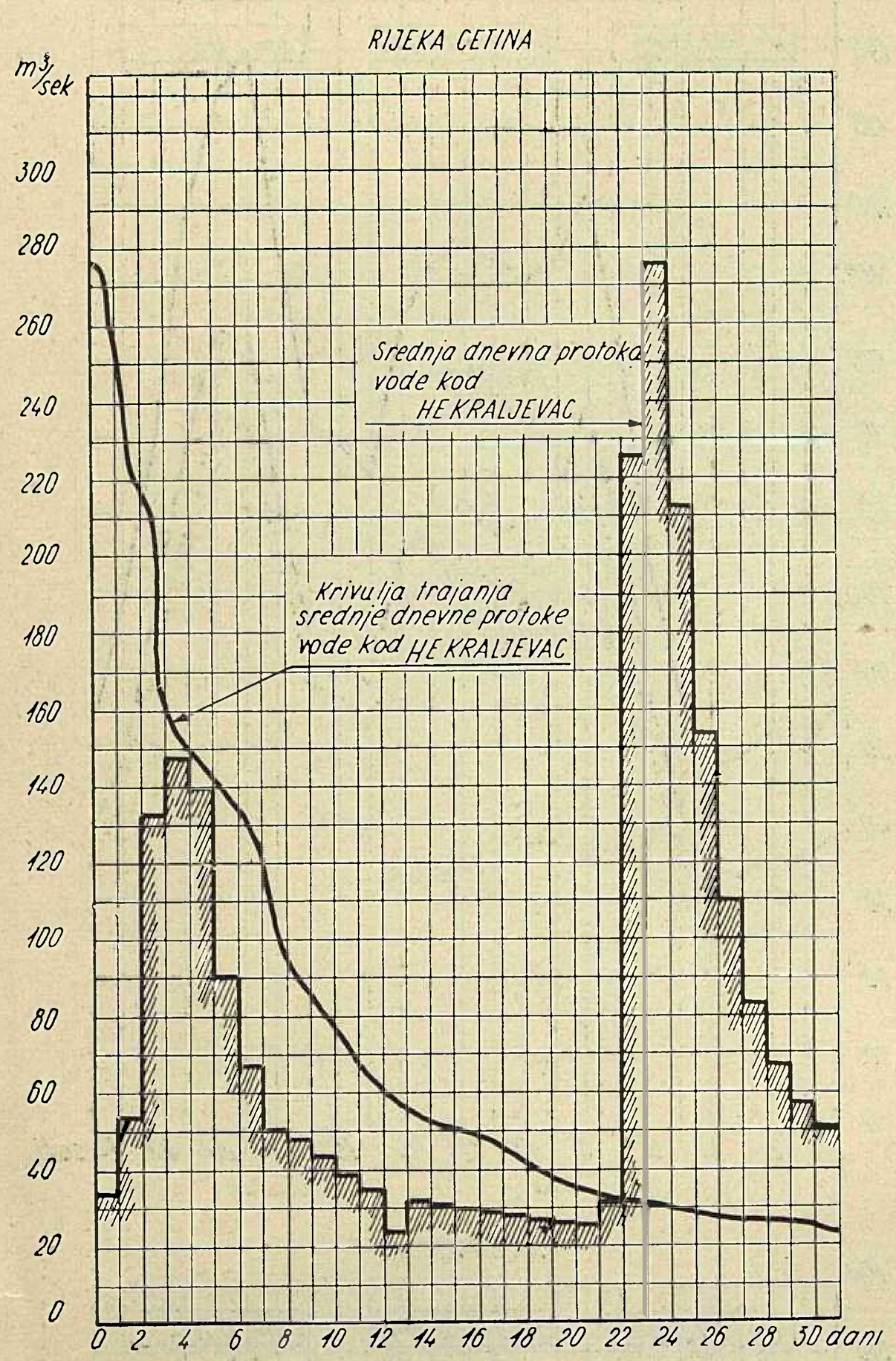


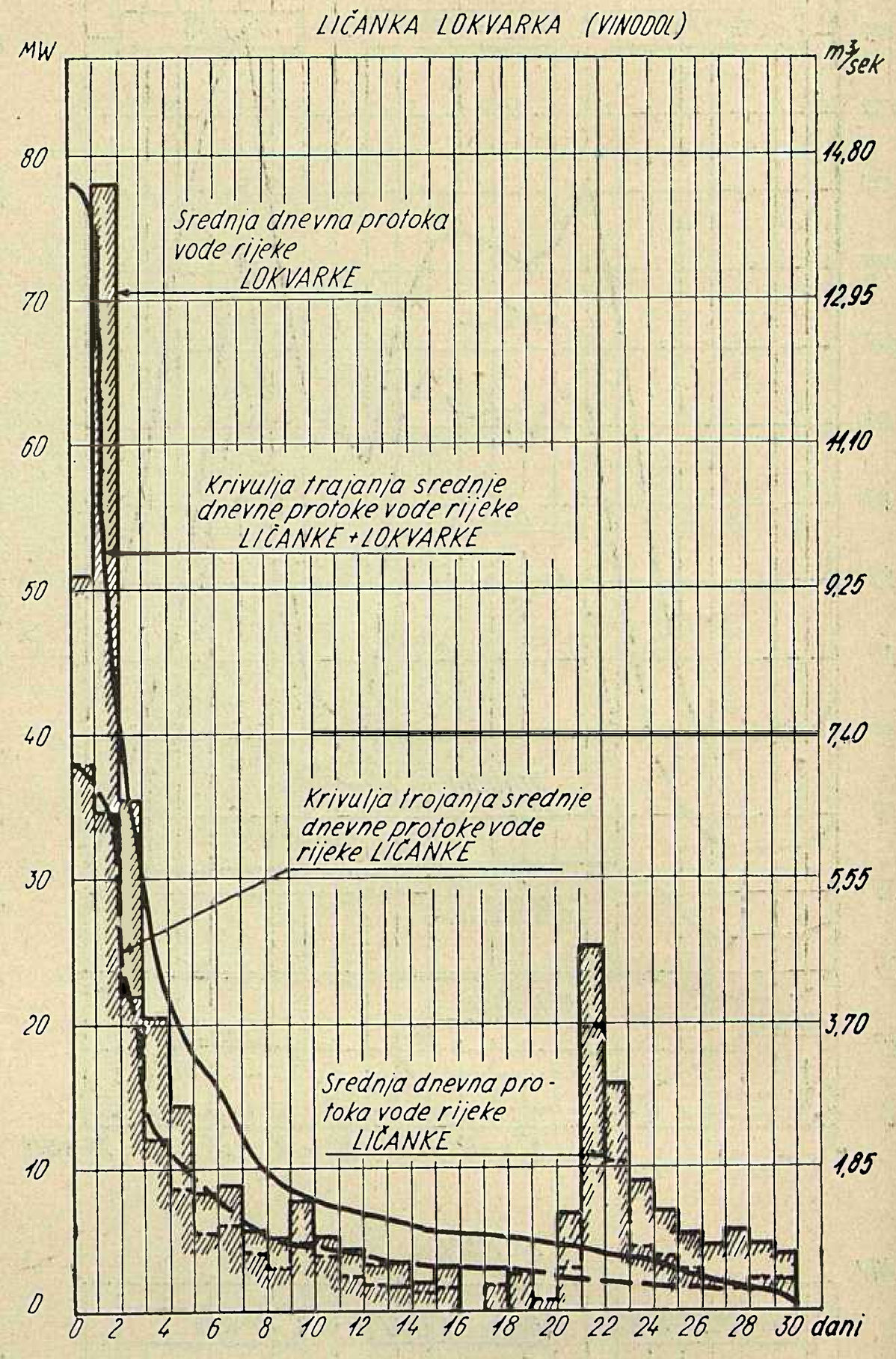


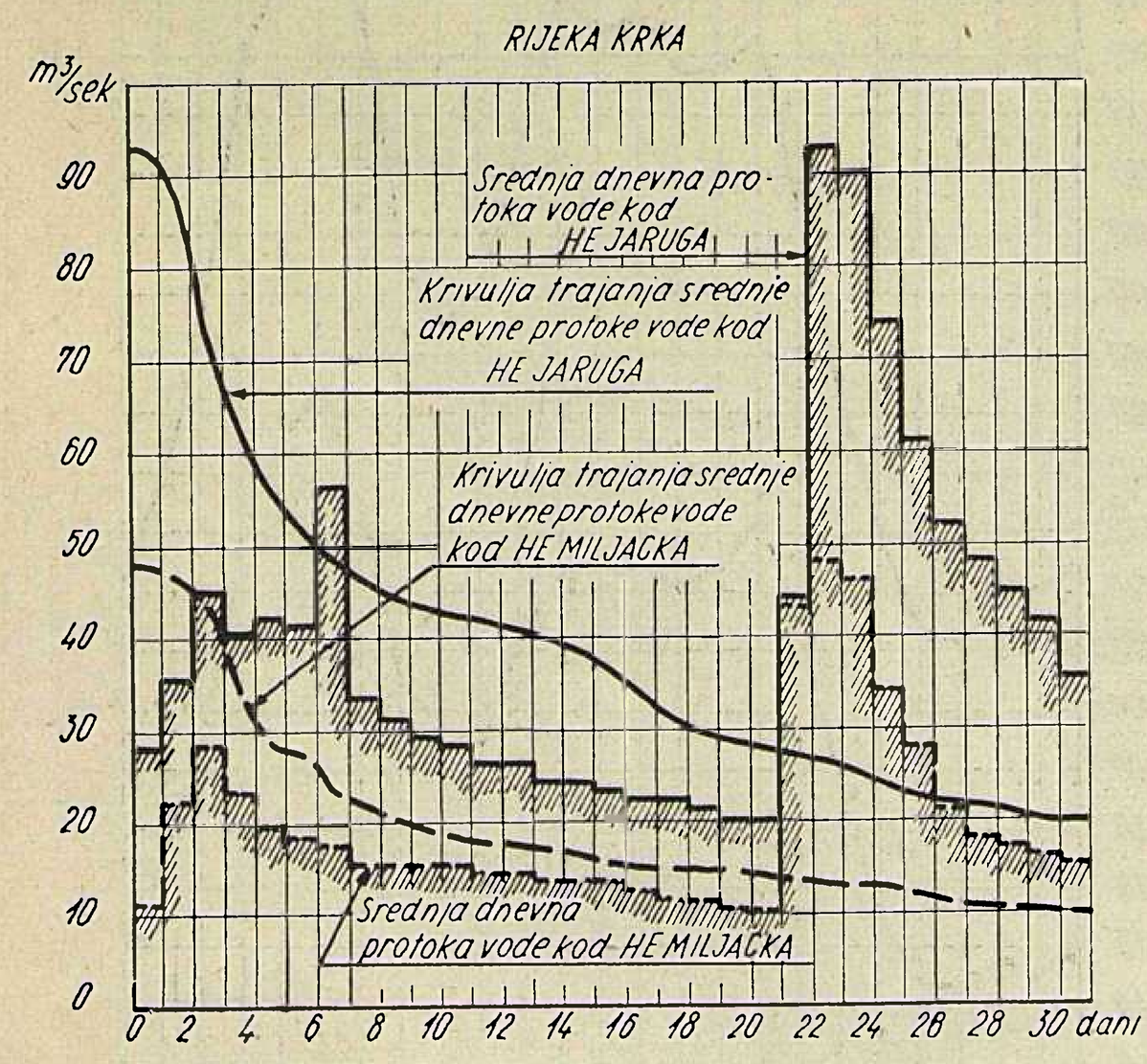


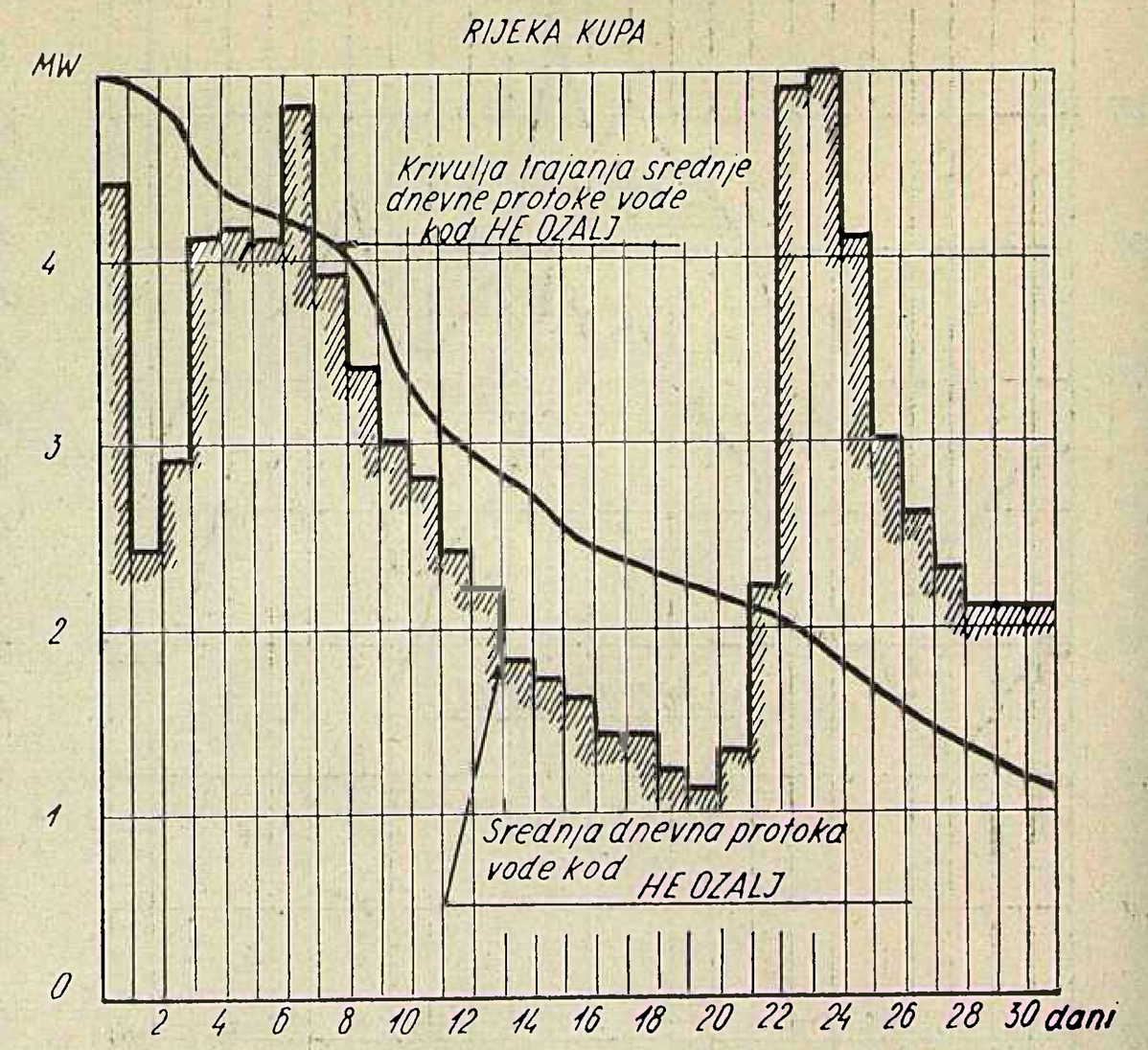


Dijagram protoka vode za mjesec listopad 1957.









STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ ZA MJESEC STUDENI 1957.

Proizvodnja i nabava električne energije u NRH

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh						Nabava MWh iz				Predano potrošačima
		Udružene elektroprivrede		Većih ind. elektrana		Ukupno		Slovenije	BiH	Italije	Ukupno	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE					
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
XI.	1956	55685	15075	1244	16470	56930	31545	32343	3609	—	35952	124427
XII.	1956	67898	15014	1489	13290	69387	28304	35258	5045	—	40303	137994
Ukupno	1956	546384	194728	15633	187998	562017	382726	322940	70413	837	394190	1338933
I.	1957	61804	15752	1322	12720	63126	28472	34536	8207	—	42743	134341
II.	1957	66014	8225	1678	10559	67692	18784	22200	13658	—	35858	122334
III.	1957	57981	15010	1358	11403	59339	26413	25093	20724	—	45817	131569
IV.	1957	63618	9678	1902	10868	65520	20546	32754	10874	—	43628	129694
V.	1957	60165	14305	1623	11231	61788	25536	37726	7201	—	44927	132251
VI.	1957	50612	16278	1240	11656	51852	27934	34056	9559	—	43615	123401
VII.	1957	27559	12692	659	13219	28218	25911	26744	42944	—	69688	123817
VIII.	1957	23668	19756	603	16001	24271	35757	24536	38800	—	63336	123364
IX.	1957	27511	21139	908	18524	28419	39663	22055	30968	—	53023	121105
X.	1957	56381	21448	1443	18433	57824	39881	24376	18151	—	42527	140232
XI.	1957	62666	22061	1658	15361	64324	37422	22922	23715	—	46637	148383
Ukupno	I.-X.	547979	157344	14394	149975	572373	326319	306998	224801	—	531799	1430491

ENERGETSKA BILANCA ZA MJESEC STUDENI 1957. ZEP HRVATSKE U MWh

IZVOR ELEKTRIČNE ENERGIJE	Elektroenergetski sistem			Ukupno
	Zap. Hrvatska	Dalmacija	Slavonija	
a	1	2	3	4
Proizvodnja na generatoru: hidroelektrane	10050	52613	3	62666
termoelektrane	21311	7	743	22061
Ukupno (a)	31361	52620	746	84727
Vlastiti potrošak	2074	253	122	2449
Prag udruženih elektrana	29287	52367	624	82278
Nabava: od industrijskih elektrana (b)	70	592	44	706
od susjed. zajednica (c)	39278	2137	5222	46637
iz inozemstva (d)	—	—	—	—
Ukupno raspoloživo na pragu:	68635	55096	5890	129621
Gubici: prijenosa	5931	1794	13	7738
distribucije	9333	2952	972	13257
Predano potrošačima	53371	50350	4905	108626
Industr. vlastita opskrba (e)	6815	4355	5143	16313
Ukupna proizvodnja (F = a + b + e)	38246	57567	5933	101746
Proizvodnja i nabava (G = f + c + d)	77524	59704	11155	148383
Nenamirene potrebe:				
zbog pomanjkanja energije	—	71,3	50,1	121,4
zbog pogonskih smetnji	209,6	57,6	36,0	303,2
Ukupni manjak električne energije	209,6	128,9	86,1	424,6
Ukupna potreba električne energije	77733,6	59832,9	11241,1	148807,6
Zadovoljenje u %	99,73	99,78	99,23	99,71

POGONSKI POKAZATELJI ELEKTRANA ZA MJESEC STUDENI 1957.

Područje	NAZIV ELEKTRANE	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u izvj. mjesecu	Proizvodnja od početka godine	Vlastiti potrošak MWh	Vlastiti potrošak % od proizvodnje	Moguća proizvodnja MWh	Faktor iskorištenja %	Maksimalno opterećenje MW	Utrošak topline kcal/kWh
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ZAPADNA HRVATSKA	HE Vinodol	75,2	7379	69035	89	1,21	7379	100,0	74,0	—
	HE Ozalj	5,0	1981	21414	102	5,15	1990	99,6	5,0	—
	HE Zeleni Vir	0,8	535	5148	2	0,37	548	97,5	0,8	—
	HE Fužine	...	155	596	19	12,25	...	...	...	—
	TE Zagreb	17,0	5891	65780	577	9,80	12240	48,2	14,8	6829
	TE Jertovec	14,0	9778	59384	777	7,94	10080	97,7	...	...
	TE Vlaška	7,0	3688	28900	414	11,22	5040	73,0	7,4	4627
	TE Rijeka	5,0	1954	15169	94	4,81	3600	54,2	5,0	5492
	TE Željezara, Sisak	5,5	3457	33261	584	16,61	3960	87,1	7,1	...
	TE Tv. za pam. ind. Duga Resa	2,6	1144	12732	122	10,67	1872	61,1	3,4	4250
	HE Tv. za pam. ind. Duga Resa	1,7	425	4869	—*	—*	...	...		—
	TE Pamučna ind. Zgb.	0,5	2	88	—	—	360	0,6	0,6	5940
	TE Tv. papira, Zagreb	2,1	683	8200	...	...	1520	45,0	...	...
	TE Tv. papira, Rijeka	2,0	681	7059	...	...	1440	47,3	...	...
	HE Tv. papira, Rijeka	0,4	262	2307	...*	...*	...	...	...	—
	TE Tv. cementa, Koromačno	1,2	231	2607	...	...	864	26,8	...	...
	UKUPNO:		38246	336549	...	...				
DALMACIJA	HE Kraljevac	58,0	35840	300288	200	0,56	36400	98,4	67,0	—
	HE Miljacka	20,0	11872	117522	39	0,33	12150	97,7	...	—
	HE Jaruga	5,4	3803	37560	4	0,11	3975	95,7	5,5	—
	HE Zavrelje	1,5	1098	5862	8	0,73	...	...		—
	DE Dubrovnik	1,0	7	127	2	28,60	720	1,0	...	—
	DE Zadar	0,5	—	27	—	—	360	—	—	—
	TE Jugovinil	17,5	2999	38459	...	...	12456	24,1	...	...
	TE Tv. cement, Sućurac	3,7	—	1496	—	—	2664	—	—	—
	TE Tv. cementa, Majdan	1,6	977	10134	...	...	1152	84,9	...	...
	HE Tv. cementa, Majdan	1,0	655	5468	...	...	...	...	...	—
	HE Roški slap, Siverić	0,8	316	1750	...	...	...	...	...	—
	UKUPNO:		57567	518693	...	...				
SLAVONIJA	TE Osijek	3,2	615	5212	92	14,96	2304	26,7	...	6757
	TE Đakovo	0,35	126	1710	30	23,80	252	50,0	0,5	10650
	DE Kuzmica	0,2	2	32	0	—	144	1,4	...	—
	DE Vinkovci	0,15	—	535	—	—	...	—	—	—
	HE Mihaljevci	0,08	3	19	—	—	...	—	...	—
	TE Jug. komb. Borovo	6,0	1827	19579	257	14,06	4320	42,2	4,6	5549
	TE Tv. vagona, Sl. B.	3,0	691	7257	92	13,31	2160	32,0	2,2	10050
	TE Sladorana, Županja	7,0	1819	6511	340	18,70	5040	36,1	3,0	...
	TE Šećerana, Osijek	2,0	850	2592	...	...	1440	59,0	30,0	2000
	UKUPNO:		5933	43447	...	...				
	SVEUKUPNO:		101746	898689	...	...				

* Vlastiti potrošak za industrijske elektrane, koje rade hidro i termo, iskazan je ukupno pod termo.

AKUMULACIJA HE VINODOL ZA MJESEC STUDENI 1957.

Akumulacija 31. X. 1957.		15.210,4 MWh
dotok Lokvarka	4.900,8 MWh	
dotok Ličanka	5.363,2 MWh	
Ukupno		10.264,0 MWh

Raspoloživa količina vode	25.474,4 MWh
Proizvodnja	7.378,8 MWh
Preliv preko brane	— MWh
Akumulacija 30. XI. 1957.	18.095,6 MWh
Iskorištenje dotoka	100%

PROIZVODNJA UGLJENA ZA MJESEC STUDENI 1957.

Vrste ugljena — ugljenokopi		Proizvodnja u tonama					
		izvještajni mjesec			od početka godine		
		1956	1957	odnos % 2 : 1	1956	1957	odnos % 5 : 4
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Raša		66740	69390	104,2	742430	762560	102,8
MRKI	Rudnik mrkog uglja, »Dubravice«	1487	483	32,6	11088	6479	58,4
	Golubovečki ugljenokopi, Golubovec	6421	6361	99,3	74382	77590	104,3
	Rudnik mrkog uglja, Ivanopolje	2527	1716	67,8	24552	22174	91,3
	Krapinski ugljenokopi, Krapina	1545	1501	97,1	22277	20177	90,5
	Međimur. ugljenokopi, Mursko Središće	15872	16766	105,6	176616	184886	104,7
	Rudnik mrkog uglja, Predgrada	3084	4424	143,0	36071	51145	141,8
	Dalmatinski ugljenokopi, Siverić	13019	12461	95,7	138311	133886	103,2
	Konjščinski guljenokopi, Zajezda	3263	2550	78,2	36191	35080	96,9
	Rudnik tv. opeke, »Češko selo«	1729	390	22,6	1729	1845	106,7
	Rudnik mrkog uglja, Ratkovica	—	1447	—	—	10487	—
Svega mrki		48947	48099	98,3	521217	543749	104,2
LIGNIT	Rudnik lignita, Donji Lipovac	180	—	—	3558	418	11,7
	Ivanečki ugljenokopi, Ivanec	13759	14110	102,6	133661	143630	107,5
	Konjščinski ugljenokopi, Konjščina	22775	25834	113,4	251360	269528	107,0
	Koprivnički ugljenokopi, Koprivnica	10716[1]	13744[1]	128,3	119136	137891	115,4
	Rudnik lignita, Ladanje Donje	13881	14217	102,4	145527	145438	99,9
	Bjelovarski ugljenokopi, Mišulinovac	4390[2]	3521[2]	80,4	40658	39559	97,5
	Novogradiški ugljenokopi, N. Gradiška	1201	520	43,2	10722	9088	84,7
	Rudnik lignita »Bilo«, Pitomača	2561	3604	141,0	30393	33818	111,3
	Rudnik lignita, Sinj	495	466	93,8	33936	7928	23,3
	Rudnik lignita, Špičkovina	2434	2380	97,8	26734	22800	85,5
	Stubički ugljenokopi, Tugonica	14000	10846	77,5	141357	135853	96,3
	Križevački ugljenokopi, Voj. Kloštar	3575	4203	117,5	33125	39749	120,1
	Kordunski rudnici, Topusko	1554	1545	99,4	17359	12839	74,1
	»Bratstvo«, Kapela	1051	58	—	1051	987	94,0
	Ciglana »Crvena Zvezda«, Garešnica	—	—	—	—	1086	—
Svega lignit		92572	95048	102,4	988577	1,000612	101,2
Ukupno sve vrste ugljena		208259	212537	102,0	2,252224	2,306921	102,4

Napomena: 1) Uključena proizvodnja pripojenih poduzeća Rasinja i Petrovdol
2) Uključena proizvodnja pripojenog poduzeća Šandrovac

INDEKS PROIZVODNJE UGLJENA I KOKSA U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						Koksare	Plinare
		Ukupno	kameni	mrki	lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora		
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proizvodnja u 000 t	XI. 1957	1488	99	684	705	378	212	327	556	0,8	13,8	83,2	2,0
	I—XI. 1957	16233	1121	7736	7376	3930	2307	3726	6141	9,6	118,9	960,8	22,2
Indeks na bazi	XI. 1956	96	97	93	99	97	102	101	91	80	116	99	95
	I—XI. 1956	106	101	102	112	109	102	111	103	87	99	115	106

INDEKS PROIZVODNJE I PRERADE NAFTE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzini	»White« špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čad	Uvoz sirove nafte
		t	000m³	t	t	t	t	t	t	t	t
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Proizvodnja	XI. 1957	34019	3592	84247	18720	872	5353	20353	3737	175	45542
	I—XI. 1957	362058	37365	949046	199793	8220	68391	234086	38831	1735	595651
Indeks na bazi	XI, 1956	126	53	106	107	127	61	120	129	136	77
	I—XI. 1956	137	61	118	129	139	91	127	133	117	107

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 1/1958).

STRUKTURA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO VRSTAMA POTROŠAČA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA NR HRVATSKE ZA MJESEC STUDENI 1957.

Potrošačka grupa	PODRUČJA									Sveukupno		
	Zapadna Hrvatska			Dalmacija			Slavonija					
	u izvj. mjes.		od početka god.	u izvj. mjes.		od početka god.	u izvj. mjes.		od početka god.	u izvj. mjes. (1+4+7)		od početka godine (3+6+9)
	MWh	%	MWh	MWh	%	MWh	MWh	%	MWh	MWh	%	MWh
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kućanstva	15588	22,7	144029	7870	14,3	77475	1493	25,3	13887	24951	19,2	235391
Rasvj. u posl. prost.	2731	4,0	24330	744	1,3	7115	499	5,5	4244	3974	3,6	35689
Motori i aparati	2477	3,6	24162	766	1,4	7015	362	6,1	3517	3605	2,8	34694
Poljoprivredni motori	429	0,6	4372	51	0,1	395	96	1,6	564	576	0,4	5331
Javna rasvjeta	1112	1,6	9605	360	0,7	3016	270	4,6	1749	1742	1,3	14370
Vodovod	2169	3,2	25205	595	1,1	8965	128	2,2	1581	2892	2,2	35751
Električna vuča												
a) tramvaj i trolejbus	1060	1,5	10963	32	0,0	395	95	1,6	997	1187	0,9	12355
b) željeznica	1098	1,6	11008	—	—	—	—	—	—	1098	0,8	11008
Ugljenokopi	5517	8,0	65558	190	0,3	1310	—	—	—	5707	4,4	66868
Tvornice cementa	2548	2,7	26950	3446	6,3	38326	—	—	—	5994	3,6	65276
Elektro-kemija	—	—	—	15118	27,5	229357	—	—	—	15118	11,6	229357
Elektro-metalurgija	—	—	—	18125	32,9	101568	—	—	—	18125	13,2	101569
Ostala industrija	17402	25,4	171619	2947	5,3	27068	1962	33,4	18634	22311	17,2	217321
Preprodavci	1240	1,8	12305	106	0,2	948	—	—	290	1346	1,4	13543
Predano potrošačima	53371	76,7	530106	50350	91,4	502953	4905	83,3	45463	108626	83,6	1078522
Gubici prijenosa i distribucije	15264	23,3	120973	4746	8,6	51376	985	16,7	15404	20995	16,4	187753
Ukupno raspoloživa električna energija	68635	100,0	651079	55096	100,0	554329	5890	100,0	60867	129621	100,0	1266275

INDEKS PROIZVODNJE ELEKTROENERGIJE U FNRJ

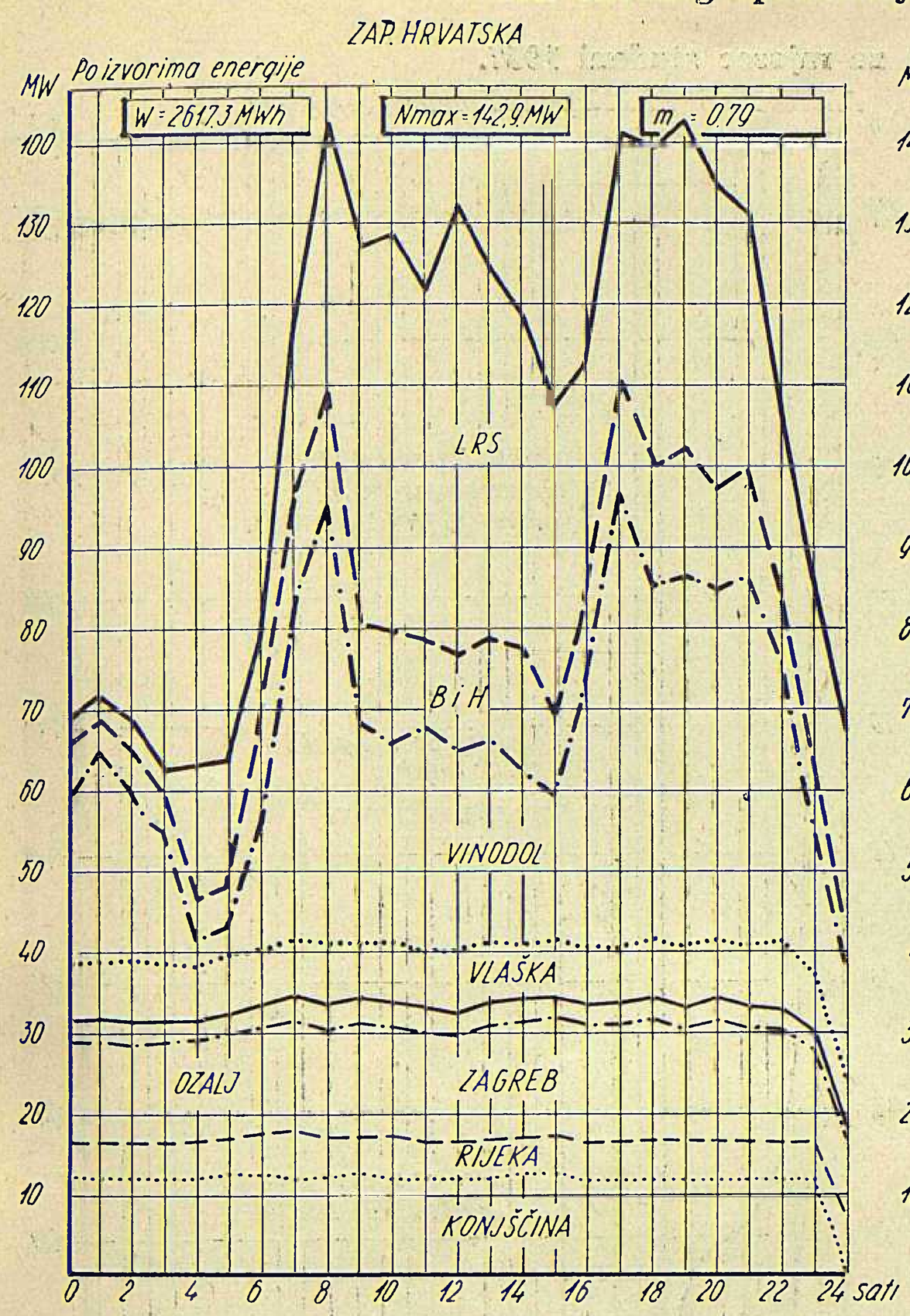
Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	FNRJ			Po narodnim republikama					
		Ukupno	hidro	termo	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja u MWh	XI. 1957	591	341	250	138	120	197	113	29	4
	I—XI. 1957	5583	3169	2414	1265	960	2098	1025	202	33
Indeks na bazi	XI. 1956	119	137	101	115	107	99	171	142	100
	I—XI. 1956	123	121	126	119	106	121	145	160	122

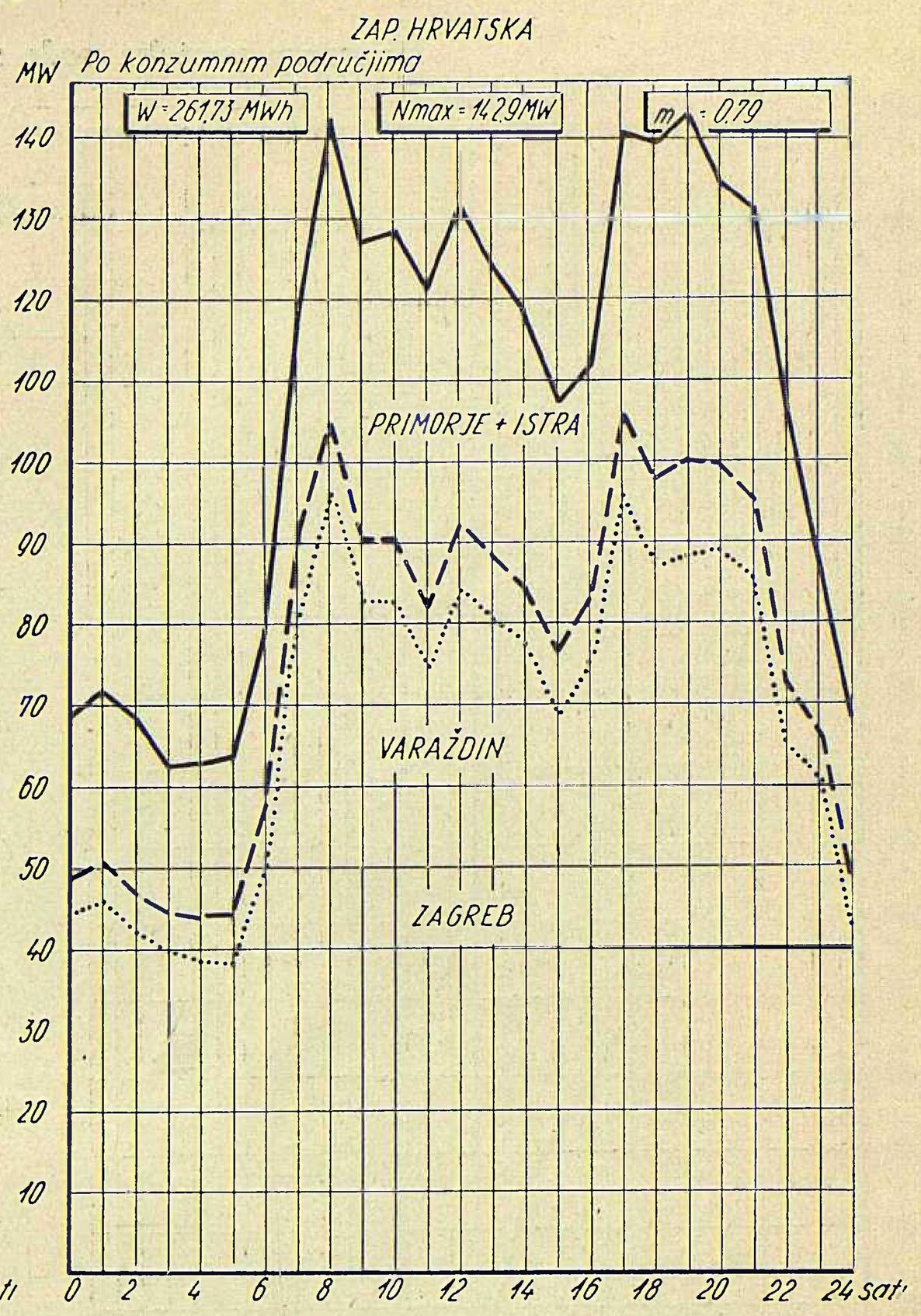
INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U FNRJ

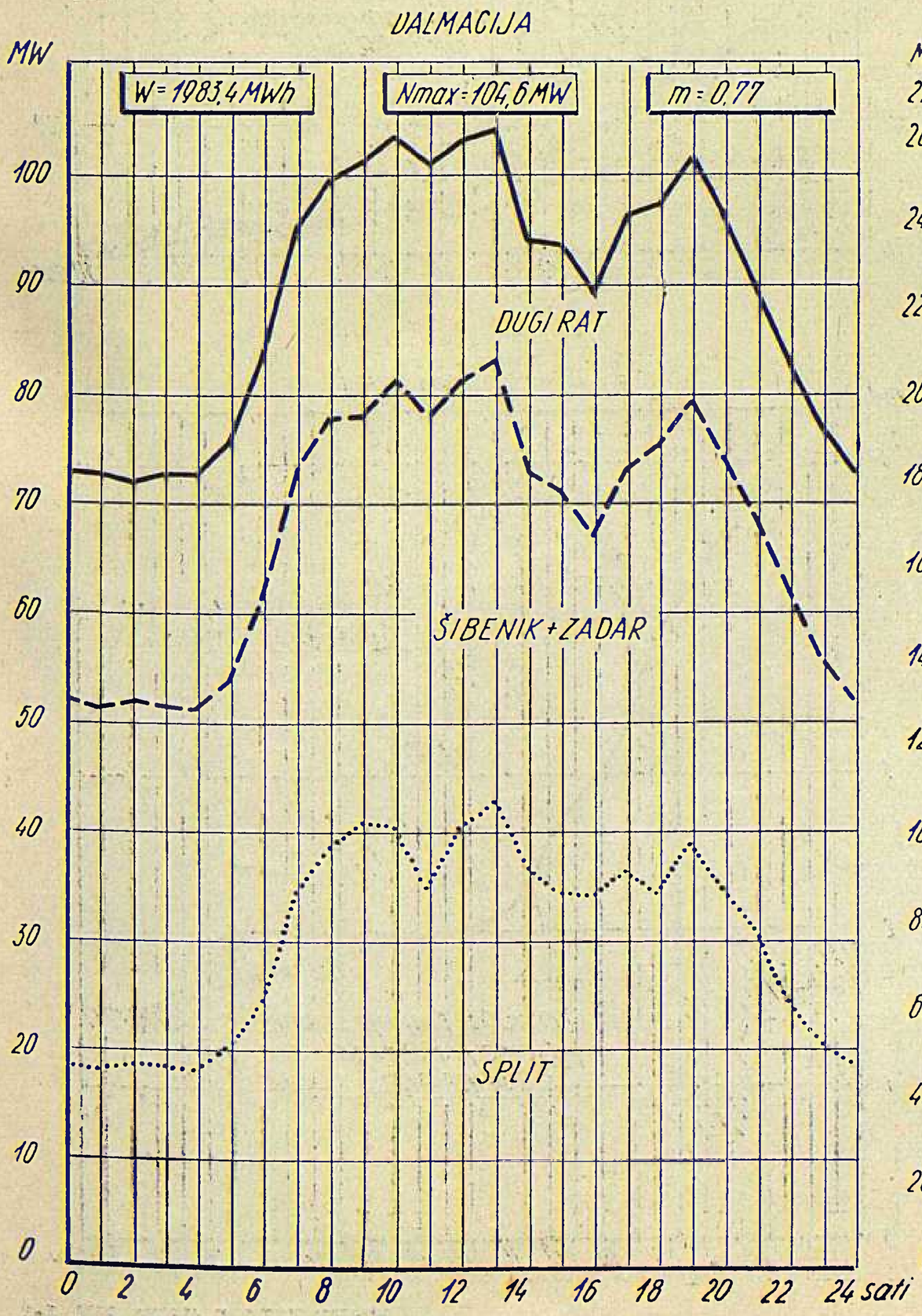
Izvještajno razdoblje		FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
			Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	sredstva rada	materijal za reprodukciju	Potrošna roba
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IX,	1956	112	117	114	107	107	110	117	111	167	124
	1957	129	139	132	115	118	151	139	131	120	146
I—IX.	1956	98	98	99	99	99	97	97	96	99	98
	1957	114	116	117	112	112	115	106	111	113	119

NAPOMENA: Za sastav tabele indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 1/1958).

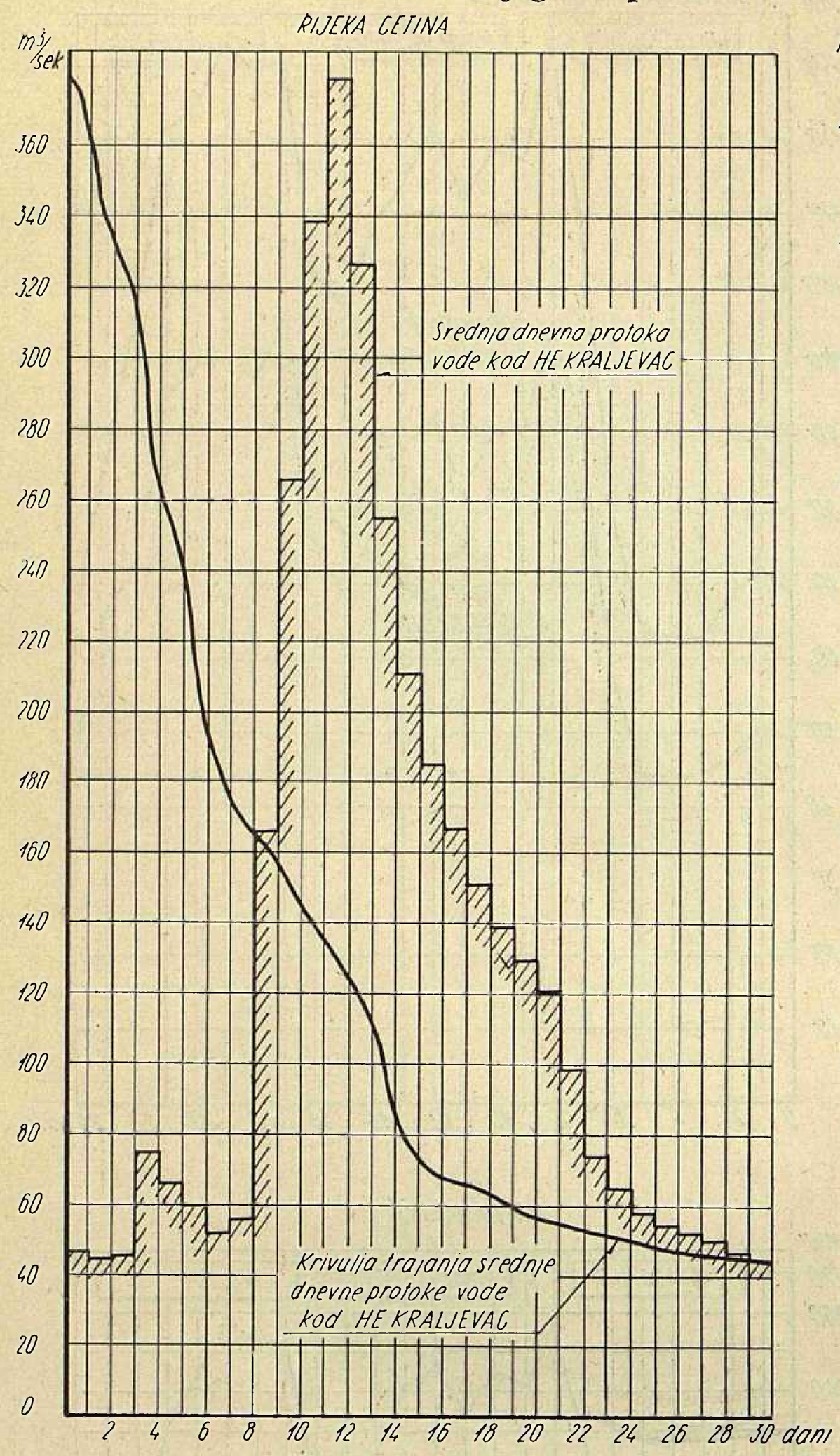
Tok dnevnog opterećenja na dan 20. X. 1957.

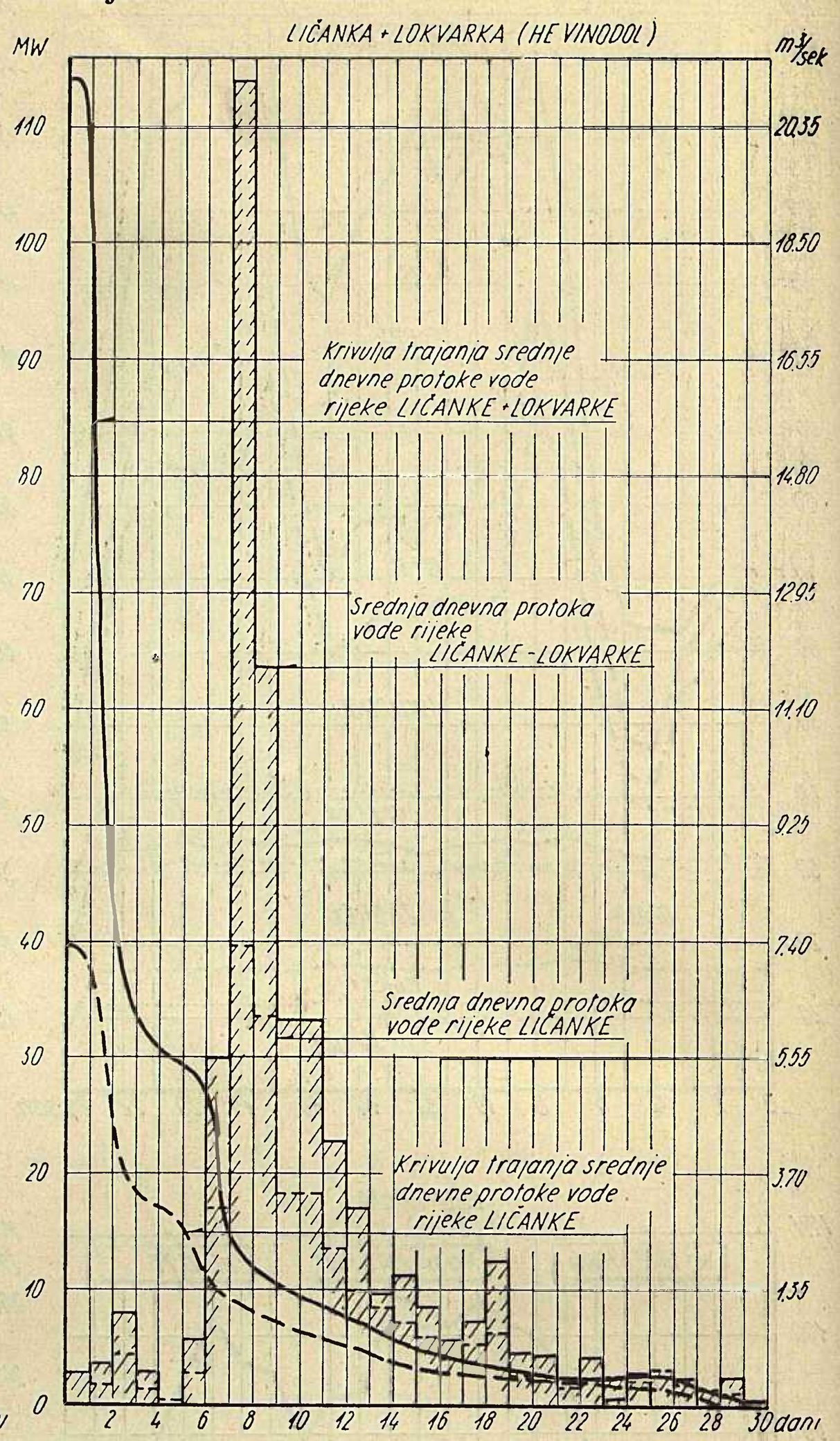


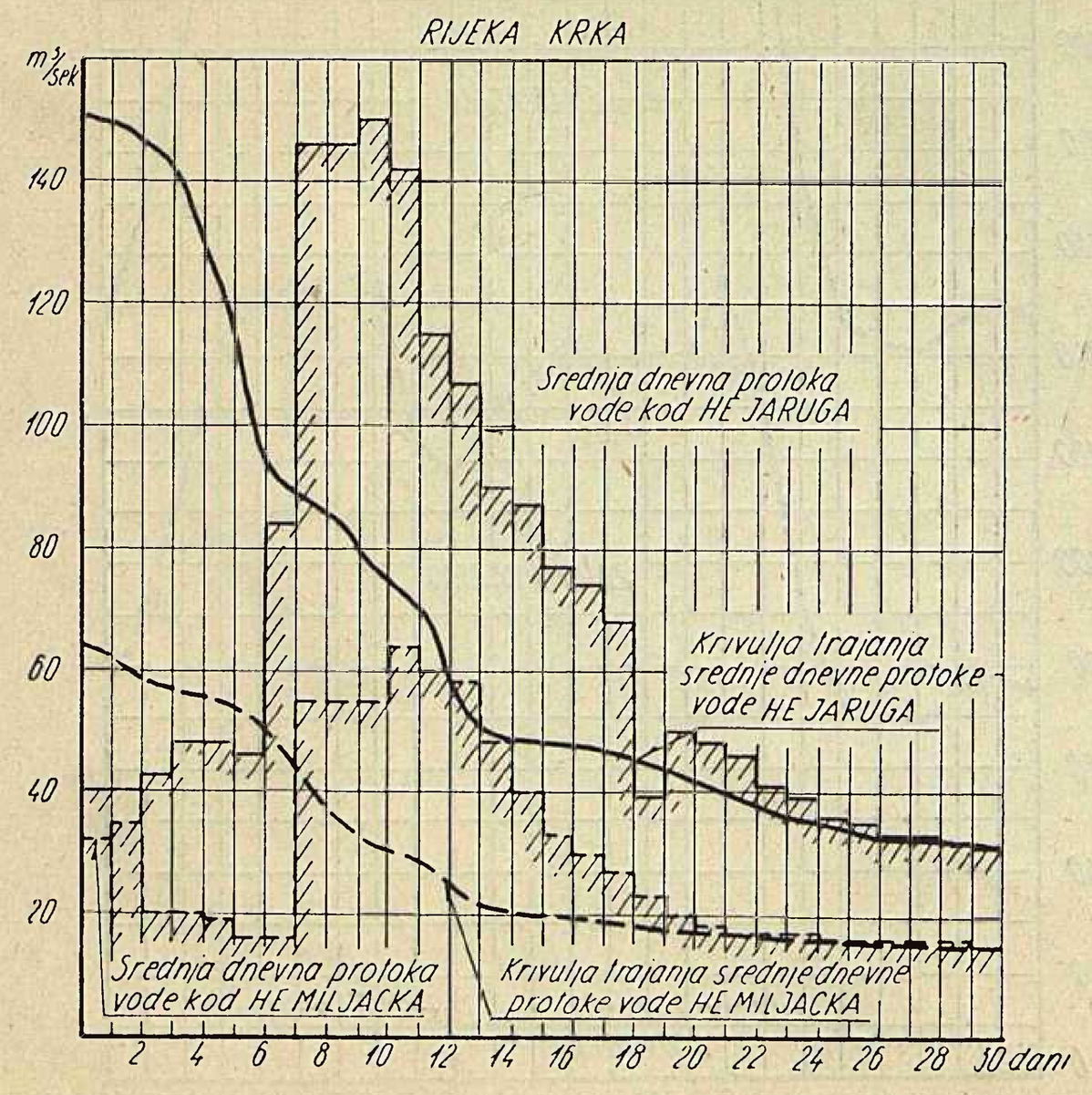


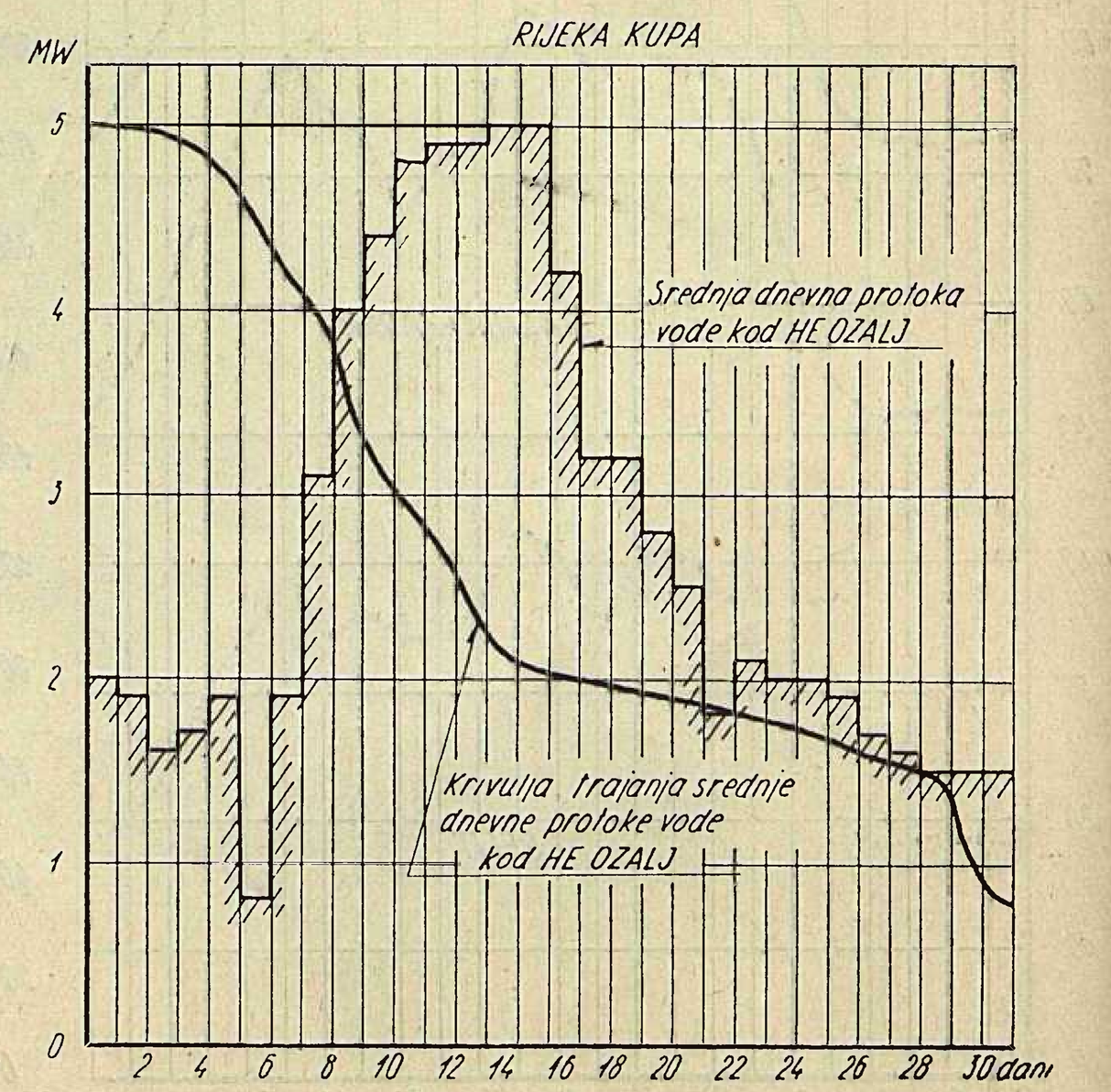


Dijagram protoka vode za mjesec studeni 1957.









ENERGIJA

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

GODINA 1958 BROJ 3-4

Godište 7

Uredništvo i uprava

Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37

Poštanski pretinac 451

Telefoni 39-546, 36-051

Urednički odbor

Glavni i odgovorni urednik: **Ing. Božidar Filipović.** Urednici rubrika: **Ing. Borivoj Baranović** (Studije i istraživanja), **Ing. Alojzije Ščap** (Tehnička i pogonska problematika), **Ing. Radoslav Planić** (Izgradnja elektroenergetskih postrojenja), **Anđelko Marušić** i **Danijel Feöcze** (Ekonomsko-financijska problematika), **Ing. Ivan Lučev** (Tarifna pitanja), **Ivan Medvedec** (Opća problematika), **Držislav Šutej** (Vijesti iz poduzeća), **Prof. Ing. Vladimir Žepić** (Iz strane literature), **Krešimir Lang** (Statistika), **Ing. Marijan Brezinšćak** (Tehnički urednik).

Komercijalno i financijsko rukovodstvo: **Ernest Radetić**

Godišnja pretplata

za tuzemstvo: za pojedince Din 720.-, za poduzeća i ustanove Din 2500.-, za inozemstvo: $ 6.-

Pojedini broj: Din 120.-, dvobroj Din 200.-

Tekući račun

Komunalna banka - Zagreb, br. 40-KB-3-Ž-338

Tisak: Grafički zavod Hrvatske, Zagreb

SADRŽAJ

Zakon o elektroprivrednim organizacijama, Miloš Damjanić, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske 71

STUDIJE I ISTRAŽIVANJA

Prijedlog nove metode za određivanje veličine izgradnje hidroelektrana, Ing. Marijan Leskovar, Institut za elektroprivredu, Zagreb 72

Elektrifikacija Kvarnerskih otoka, Ing. Ivan Janić, Institut za elektroprivedu, Zagreb 93

EKONOMSKO FINANCIJSKA PROBLEMATIKA

Novi ekonomski odnosi unutar elektroprivrede, Daniel Feöcze, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb 80

IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKIH POSTROJENJA

Hidroelektrana Rijeka — I. etapa postrojenja na Rječini, Dušan Kirinčić, Elektrana, Rijeka 98

RAZNO

Ekonomičnost toplana — rezime sa sastanka VDEW u u Stuttgartu, Ing. Borivoj Baranović 100

Energetika u društvenim planovima privrednog razvitka Jugoslavije, Ing. Ivan Žanić 104

Uputa za brzo određivanje doprinosa iz osobnog dohotka i doprinosa iz dohotka privredne organizacije, Ing. Ivan Lučev 105

Zasjedanje CIGRE 1958 110

VIJESTI IZ PODUZEĆA, ZAJEDNICE I INSTITUTA

Zagreb dobiva školu za pogonske inženjere 110

Još jedan problem manje za elektroprivredu Hrvatske . 111

Poduzeća za distribuciju električne energije s područja NR Hrvatske osnivaju svoje stručno udruženje 113

Izabran je novi upravni odbor Zajednice elektroprivrednih poduzeća NR Hrvatske, Razne vijesti iz Zajednice . . . 114

Pušten u pogon dalekovod 120 kV Varaždin—Söjtör . . 116

Jubilej najvećeg potrošača električne energije u Šibeniku 116

IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

Doprinos nuklearne energije za pokriće potreba na energiji, Ing. J. Jerić 117

Razvoj elektroprivrede i elektroindustrije u SSSR-u za 40 godina, Ing. B. Markovčić 118

Održavanje sigurnosnih razmaka na stupovima kod niskih temperatura, Dr. ing. B. Stefanini 119

PREGLED NOVIH KNJIGA

STATISTIKA

Statistika za prosinac 1957 i siječanj 1958. 121

SLIJEDEĆI BROJ *ENERGIJE* DONOSI:

Ing. Miroslav Balling
Ekonomična primjena naših distributivnih transformatora

Ing. Boris Markovčić
Prilog izboru najpovoljnijeg tipa stupa i vodiča za naše vodove 220 kV

Ing. Jakob Lucati
Parni kotlovi u NR Hrvatskoj

Ing. Božidar Filipović
Energetska ekonomičnost opskrbe potrošača električnom energijom

Dr. ing. Božidar Stefanini
Pokusni paralelni pogon 110 kV mreže Jugoslavije

Ing. Ranko Škarica i Ing. Karlo Fišer
Dalekovod Jajce-Zagreb

Članak Stjepana Kragujevića *Značaj poduzeća Elektroslavonija u elektrifikaciji Slavonije,* koji je trebao izići u ovom broju, iz tehničkih smo razloga morali prenijeti u br. 5—6.

ZAKON O ELEKTROPRIVREDNIM ORGANIZACIJAMA

Miloš Damjanić, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske

Savezna narodna skupština FNRJ usvojila je u prosincu 1957. Zakon o elektroprivrednim organizacijama. Time je naše zakonodavstvo popunilo prazninu koja je nastala u godini 1952., kad su ukinuta Ministarstva, generalne direkcije i administrativno-operativna rukovodstva i kad se pristupilo decentralizaciji i uvođenju radničkog samoupravljanja u privredi.

U času, kad su ukinute glavne direkcije elektroprivrede u republikama, elektroprivredne organizacije formirale su dobrovoljna udruženja (Elektroprivredne sisteme po republikama i Savez jugoslavenske elektroprivrede za FNRJ), koja su se međutim po svojoj organizacionoj formi i po sadržaju međusobno znatno razlikovala. Uredba o Zajednicama elektroprivrednih poduzeća iz godine 1954., te Uredba o Zajednici jugoslavenske elektroprivrede iz 1955., samo su djelomično uklonile razlike u pojedinim republikama i riješile samo manji dio elektroprivrednih problema, koji su se pojavili kao posljedica društvenog razvitka u našoj zemlji. Jasno je da se pod takvim okolnostima osjećala nestabilnost elektroprivredne organizacije, što je iziskivalo donošenje Zakona koji će na duži niz godina ustaliti organizaciono stanje elektroprivrednih poduzeća, njihovih Zajednica i Zajednice jugoslavenske elektroprivrede. Zakonom o elektroprivrednim organizacijama riješena su mnoga dosada otvorena ili samo privremeno riješena pitanja. Zakon posebno regulira odnose između poduzeća i Zajednica, te Zajednice jugoslavenske elektroprivrede. Određene su nadležnosti u pogledu osnivanja poduzeća i donošenja tarifa kao i Općih uvjeta za dobavu električne energije, definirane su kompetencije kod izdavanja odobrenja priključaka, regulirani su odnosi između Zajednica u pogledu razmjene električne energije, fiksiran je status elektroenergetske dispečerske službe, status poduzeća u izgradnji, i t. d.

No kao tri najznačajnije postavke Zakona moraju se svakako napomenuti slijedeće:

a) u Zajednici jugoslavenske elektroprivrede i u Zajednicama elektroprivrednih poduzeća uvedeno je društveno upravljanje.

b) faze tehnološkog procesa proizvodnje, prijenos i razdioba (distribucija) električne energije jasno su odijeljene i definirane.

c) poduzeća za razdiobu električne energije (distributivna poduzeća) postaju komunalne organizacije.

Zakonom o elektroprivrednim organizacijama predviđeno je da se proizvodna i prijenosna poduzeća udružuju u Zajednice, a sve u Zajednicu jugoslavenske elektroprivrede. Distributivnim poduzećima dana je Zakonom o udruživanju u privredi mogućnost osnivanja stručnih udruženja. Radni kolektivi elektroprivrede očekuju da će naša privreda dobiti čvrst oslonac u Zajednici jugoslavenske elektroprivrede, u Zajednicama proizvodnih i prijenosnih poduzeća i u eventualnim stručnim udruženjima poduzeća za razdiobu električne energije kao i u njihovim poduzećima. Zajednica jugoslavenske elektroprivrede i Zajednice proizvodnih i prijenosnih poduzeća u duhu Zakona imaju osnovni zadatak proizvodnje električne energije i prijenosa energije visokim naponom do potrošačkih centara — do distributivnih mreža, te izgradnje novih elektrana i visokonaponskih prijenosnih mreža. Kod toga će, dakako, odigrati veliku ulogu sami kolektivi proizvodnih i prijenosnih poduzeća, kako onih u eksploataciji tako i onih u izgradnji. Poduzeća za razdiobu električne energije — distributivna poduzeća s druge strane vezana tijesno uz svoje Narodne odbore, uz komune, imaju presudnu ulogu kod održavanja postojećih mreža, kod brige za urednu razdiobu električne energije, te u borbi za daljnju elektrifikaciju neelektrificiranih područja u skladu s perspektivnom elektrifikacijom zajednice, a prema ekonomskim mogućnostima komuna i viših upravnih organa.

PRIJEDLOG NOVE METODE ZA ODREĐIVANJE VELIČINE IZGRADNJE HIDROELEKTRANA

Ing. Marijan Leskovar, Institut za elektroprivredu, Zagreb 621.311.21.002

Izlažu se principi i sam postupak primjene metode za određivanje veličine izgradnje hidroelektrana, koja se temelji, s jedne strane na ocjeni vrijednosti proizvedene energije i troškova izgradnje, s druge strane na kriteriju za optimalni instalirani protok po marginalnom neto-rentabilitetu nešto većem od nule, - marginalnom kod studije operacije povećavanja stepena izgradnje. Razlikuje se osam kategorija energije iz hidroelektrana po vremenu proizvodnje i po stalnosti raspoloživosti energije. Cijene za te kategorije iznio je autor u prethodnom broju ovog časopisa. Za vrijednost marginalnog neto-rentabiliteta uzima se 0,04. Jednadžba-kriterij rješava se grafički po ovoj metodi.

I. UVOD

Tehnička misao u pogledu problema veličine izgradnje hidroelektrana stalno evoluira. Traži se sve veći stepen tačnosti rezultata, pa se stoga u razmatranjima obuhvaća sve to više uplivnih momenata.

U upotrebi je danas priličan broj metoda, koje možemo svrstati u tri grupe:

— empiričke metode, koje dolaze do rezultata uzimanjem u obzir samo hidroloških okolnosti; one su rezultat ekonomskog iskustva stečenog kod velikog broja izvedenih hidroenergetskih postrojenja;

— metode koje se osnivaju na težnji da se uz minimalne troškove pokrije predviđeni konzum u određenom momentu, i to putem kombinirane proizvodnje hidro- i termoelektrana;

— metode koje se osnivaju na težnji da se date okolnosti određenog pada vode iskoriste tako da bi se, ekonomskom operacijom koju predstavljaju izgradnja odnosne hidroelektrane i potom njena eksploatacija, što racionalnije sa privrednog gledišta iskoristili: pad vode, uložena osnovna sredstva i rad.

»Smjernice za uporedbu rentabiliteta za projekte hidroelektrana«, koje je 1949. postavilo Švicarsko vodoprivredno udruženje, i »Pokušaj određivanja kriterija za vrijednost projektiranih hidroenergetskih postrojenja«, koji je 1953. formulirala Francuska elektroprivreda, spadaju u treću grupu, te se primjenjuju u odnosnim zemljama, uz izvjesna dotjerivanja, učinjena nakon godine njihova objavljivanja, odnosno prvotnog formuliranja.

Metoda koju ćemo izložiti, s obrazloženjem, spada također u treću od gornjih grupa, prilagođena je okolnostima Jugoslavije, a oslanja se u mnogom na gledišta iznesena u dva upravo navedena rada. Kako je ona izrađena kasnije, metoda iz ovog prikaza sadrži, s jedne strne izvjesna poboljšanja, dok se, s druge strane, morala u nekim elementima zadovoljiti grubljim razlikovanjem raznih utjecajnih momenata, iz dva razloga: prvo, jer još ne poznamo hidroenergetske okolnosti u našoj zemlji u dovoljnoj mjeri za tako finu discernaciju, i drugo, jer će se naša hidroenergetska situacija u s koroj budućnosti tako naglo izmjenjivati, — pošto smo opremili tek dvadesetinu neto-potencijala naših vodnih snaga, te naglo napredujemo u tom zahvatu —, da je nemoguće ulaziti predaleko u finese. Ovaj prikaz služi se jediničnim vrijednostima raznih kategorija električne energije koje su iznesene u autorovom članku: »Perspektivni razvoj proizvodne cijene električne energije«, objavljenom u prethodnom dvobroju ovog časopisa. Električnu energiju iz kategorije s višom cijenom kilovatsata nazivat ćemo nastavno »kvalitetnijom« energijom.

1. Osnovna razmatranja

11. Vremenski razvoj pojedinih elemenata privrede više je ili manje komplementaran. Tako su razvoj konzuma električne energije, industrijske djelatnosti i narodnog dohotka, u vremenu, tri privredne veličine u uskoj međusobnoj povezanosti. Korelativne veze između razvoja ovih triju privrednih elemenata su takove, da ti razvoji tendiraju uvijek u istom smjeru. Gledano u dugogodišnjoj perspektivi, sve ove tri veličine redovno rastu s vremenom. Za razvoj konzuma električne energije, kao funkcije vremena i istovremenog razvoja industrijske aktivnosti, nađene su dosta čvrste korelacijske veze koje, međutim, nisu jednake u svim zemljama. Labavija korelacijska veza postoji između razvoja konzuma električne energije, narodnog dohotka i vremena.

U vezi s gornjim bacimo pogled na nastavno navedene omjere između pojedinih privrednih pokazatelja za S.A.D. i za Norvešku, odnosno na ove konstatacije:

— S. A. D. su zemlja gdje su radili i stvarali Edison i Tesla. To je sigurno zemlja u kojoj se elektroprivreda počela razvijati prije negoli u Norveškoj.

— U vrijeme dok je elektroprivreda bila u kolijevci, stepen industrijalizacije i narodni dohodak u obim ovim zemljama po svoj se prilici nisu mnogo razlikovali.

— Danas je gustoća stanovništva u S. A. D. skoro dva puta veća nego u Norveškoj, što pogoduje razvoju elektroprivrede.

— Danas je narodni dohodak po stanovniku u S. A. D. preko dva puta veći nego u Norveškoj.

— Danas su po vrijednosti industrijske djelatnosti po stanovniku S. A. D. sigurno ispred Norveške, ili bar jednake ovoj; količinski, Norveška je za jednu trećinu ispred U. S. A., sudeći po zbiru količina onih industrijskih proizvoda za koje su podaci izneseni za obje zemlje u Statističkom godišnjaku F. N. R. J. — 1957.

Prema svemu gornjemu, trebalo bi očekivati da će danas specifični konzum električne energije u SAD biti veći negoli u Norveškoj. U stvarnosti je upravo obratan odnos.

— Konzum električne energije po stanovniku danas je u S. A. D. za dvije petine manji nego u Norveškoj.

— Neto-potencijal vodnih snaga po stanovniku iz 1935., je u S. A. D. manji za više od devet desetina nego u Norveškoj.

Ovaj odnos daje nam obrazloženje za gornju anomaliju u pogledu omjera specifičnih konzuma. Postoje i sporedni faktori koji su djelovali u istom smjeru kao pomenuti omjer raspoloživih vodnih snaga, međutim, njihov upliv nije bio od presudnog značaja.
Osvrnimo se malo bliže, na grad Karlovac. To je 1908. bilo trgovačko, administrativno i vojno središte. Te godine puštena je u pogon HE Ozalj, izgrađena za Karlovac. Od tada se taj grad naglo razvio u važan industrijski centar.
Obuhvatimo li zbirno sve gore iznesene konstatacije, nameće nam se zaključak naveden pod a), a iz ovoga proističu daljnje konsekvencije, iznesene pod b) i c).

a) Obilne i jeftine vodne snage favoriziraju brz napredak konzuma električne energije i industrijalizaciju zemlje. One stvaraju konzum električne energije. Visina ovog i tempo njegovog razvijanja ovisni su od postojanja vodnih snaga, a nesumnjivo i od ekonomski razumnog načina kako se one izgrađuju i koriste.
b) Iz gornjeg slijedi, da vodne snage predstavljaju prirodno bogatstvo. Treba ih, poradi tog njihovog značaja, što racionalnije iskorištavati.
c) Elektroprivreda mora svoje potrošače redovito snabdijevati električnom energijom. Poradi neredovitosti protoka vode i varijacija pada kod hidroelektrana, u zemlji koja ima uz vodne snage i dovoljno rezervi uglja, kao Jugoslavija, vodne snage se mogu najbolje iskoristiti uz dopunsku termičku proizvodnju električne energije. Izgradnja vodnih snaga i ovdje će djelovati na tempo napretka konzuma električne energije. Uvažimo li sve to, moramo uvidjeti da izgradnja svake hidroelektrane predstavlja ekonomsku operaciju kompleksnih osnova, koju unatoč toga treba znati provesti tako, da se najracionalnije koriste sredstva proizvodnje što su za nju potrebna, a to su u ovom slučaju: osnovna sredstva, rad, potencijal vodne snage i sirovine. U igri je i vrijeme.

Smatrajući da se polazeći sa gledišta iznesenog pod c) najtjesnije približujemo privrednoj stvarnosti u kompleksnoj privrednoj operaciji izgradnje hidroelektrane i nastavno njene eksploatacije, da tako u stopu pratimo tu ekonomsku stvarnost, i da na taj način najjasnije možemo sagledati čitavu problematiku u igri, usvojili smo ovo gledište »ekonomskog pothvata« za osnovicu naše metode određivanja veličine izgradnje hidroenergetskih postrojenja.

12. Pitanje je koji ćemo kriterij odabrati »za najracionalnije korišćenje sredstava proizvodnje« kod provedbe privrednog pothvata što ga predstavljaju izgradnja i eksploatacija hidroelektrane. Vrijednost utrošenih sredstava proizvodnje i vrijednost proizvoda mjere se i izražavaju u novcu. Ekonomičnost svakog privrednog pothvata ocjenjuje se po omjeru između čiste koristi* i troška proizvodnje. Ovaj se omjer i naziva e k o n o m i č n o š ć u, ili n e t o-r e n t a b i l i t e t o m. Tu smo veličinu odabrali kao kriterij za optimalnu veličinu izgradnje.

Potrebno je da učinimo još jednu konstataciju. Danas se nalazimo u eri neviđeno brzog napretka nauke i tehnike. Poradi toga, industrijska postrojenja, u pravilu, sve brže zastaruju, i sve to više sredstava je potrebno za njihovu obnovu i za izgradnju novovrsnih industrijskih instalacija. U takovoj situaciji nigdje nema suviše sredstava proizvodnje, ako ne gledamo na kratkotrajne periode privrednih perturbacija. S tim sredstvima treba, dakle, razumno gospodariti, jer su ona raspoloživa u ograničenoj mjeri, dok naprotiv tome ne vidimo granice ljudskim potrebama na proizvodima, odnosno željama za njihovo korišćenje. Pa ni vremena, čini se, nema dosta, jer svijet stalno žuri. — Iz tih razloga sve nacije danas odvajaju od neposredne potrošnje 4 do 10 postotaka svog godišnjeg bruto-produkta, a neke nedovoljno industrijski razvijene zemlje i više, da bi se ta sredstva upotrebila za modernizaciju i opremu zemlje, u cilju povišenja proizvodnosti i povećanja količine proizvoda. Ove okolnosti moramo uvažiti kod određivanja veličine izgradnje hidroelektrana.
Kod svih hidroelektrana ima jedna određena veličina izgradnje koja se odlikuje najvećom »ekonomičnošću.« Neki projekti za izgradnju naših najpovoljnijih padova vode obećavaju maksimalnu ekonomičnost od preko 100%. Povećanjem stepena izgradnje preko veličine koja daje najveću ekonomičnost, ova će opadati, ali će još dugo ostati visoka. Ovim povećanjem povisuje se, naime, ukupna vrijednost proizvedene energije. Kod protočnih elektrana količinsko povećanje prati opadanje prosječnog kvaliteta energije, dok su kod akumulacijskih elektrana u porastu i količina i prosječni kvalitet proizvedene energije. (Za danju energiju, koja je vrijednija, kažemo da ima viši kvalitet od noćne). Odlučiti se, u takvom slučaju, za rješenje s maksimalnom ekonomičnošću imalo bi za posljedicu neiskorišćavanje jednog dijela prirodnog bogatstva, dijela koji bi se mogao iskoristiti još uvijek pod ekonomski povoljnim uvjetima. U taj ekstrem ne smijemo pasti. Ali ne smijemo pasti ni u suprotni ekstrem, sa previsokim stepenom izgradnje. Da bismo odredili optimum između tih dvaju ekstrema, poslužit ćemo se marginalnom analizom.* Ako povećavamo veličinu izgradnje iznad one visine koja daje maksimalni netorentabilitet, ukupna vrijednost proizvodnje rast će još dugo, ali paralelno s time bit će u porastu i ukupni troškovi proizvodnje. Ako gledamo marginalno, na granično povećanje instaliranog protoka, kome odgovaraju marginalni porast vrijednosti godišnje proizvodnje i marginalni porast godišnjih troškova, vidjet ćemo da marginalna ekonomičnost ovog graničnog povećanja instaliranog protoka sve više opada, dok se konačno ne izjednači s nulom, i nakon toga —, ako visinu izgradnje još dalje povećavamo, počinje poprimati sve

* Čista korist je razlika između prihoda i ukupnih rashoda poslovanja.

*) Marginalna analiza je način zaključivanja, kod kojeg se o pojedinim karakteristikama neke pojave u fazi razvoja sudi po njenom aspektu na kraju postignutog razvitka, u »graničnoj zoni«. Naši bi se taj postupak zaključivanja moglo nazvati »graničnim« ili »rubnim ispitivanjem«. — Za primjer primjene navodima, da se tarifa po vremenu potrošnje određuje marginalnom analizom, — polazeći od činjenice, da ćemo upravo pokriti sve troškove ukupne proizvodnje ako od svih potrošača naplatimo energiju u svakom satu po cijeni koja je jednaka višku troškova za zadnji proizvedeni kWh u odnosnom satu. Ovaj višak jednak je razlici između ukupnih troškova u tom satu i troškova koje bismo imali da je proizvodnja za 1 kWh niža kroz taj sat.

veće negativne vrijednosti. Drugim riječima to znači, da čista korist po jedinici marginalnog povećanja godišnjih troškova opada kako sve dalje i dalje povećavamo instalirani protok. Kada bi odabrali za izgradnju onu visinu instaliranog protoka kod kojeg se marginalna ekonomičnost izjednačuje s nulom, pali bismo u drugi ekstrem. Mi bismo, istina, takvim rješenjem potpunije iskoristili pad vode nego rješenjem po prvom ekstremu, ali opet ne potpuno. Potpuno iskorišćenje potencijalne energije vode praktički je nemoguće postići u okviru ekonomike, poradi velikog opsega fluktuacija protoka. Međutim, rješenjem po ovom drugom ekstremu, suma sredstava proizvodnje uloženih u marginalni dio operacija ne bi davala nikakvu čistu korist. Ekonomičnost tog dijela privrednog poduhvata bila bi jednaka nuli. A u takve, pa i parcijalne operacije, nije racionalno ulaziti u današnjoj eri, jer svaka privredna aktivnost, pa i njen marginalni dio, mora ostaviti neku korist za omogućenje daljnje opreme i modernizacije zemlje.

Mi smo, na osnovu gore izloženih gledišta, odabrali kao kriterij za optimalnu veličinu izgradnje granični neto-rentabilitet r. Za marginalni dio operacije on treba da bude određen sa nekoliko procenata, od 3 do 6%, držimo.

Mi smo se odlučili za vrijednost

$$r = 0{,}04 = 4\%. \qquad (1)$$

Ukupni neto-rentabilitet R_{opt} cijelog opthvata izgradnje i kasnije eksploatacije hidroelektrane bit će, kod takvog rješenja s marginalnim neto-rentabilitetom r, znatno veći od r. On može iznositi 10%, 40% pa i više, kako u kom slučaju. Možemo, dakle, pisati relaciju za odnose između neto-rentabiliteta R_{max} koji bi odgovarao veličini izgradnje kojom se postizava najveća ekonomičnost, između neto-rentabiliteta R_{opt} koji odgovara optimalnoj veličini izgradnje i između marginalnog neto-rentabiliteta r koji se postizava kod optimalne veličine izgradnje:

$$R_{max} > R_{opt} > r. \qquad (2)$$

13. Ekonomski aspekt privrednog pothvata što ga predstavljaju izgradnja hidroelektrana i nakon toga eksploatacija ove, pokazuje se različito u dva perioda:

U prvi period, koji u pravilu traje 4 do 10 godina, i koji obuhvaća istraživanja, studije, projektiranje i izgradnju postrojenja, pada najveći dio stvarnih troškova koji će se utrošiti za cijelog vijeka trajanja pothvata. Tu su vremenski koncentrirani izdaci osnovnih sredstava za otkup zemljišta, za odštete, za nabavku materijala za izgradnju i opremu te za rad oko istraživanja, studija, projektiranja i kod same izgradnje i montaže. Tome nasuprot ne stoje nikakvi prihodi. Taj period zaključuje se puštanjem hidroelektrane u redovan pogon. Vrijednost svih izdataka učinjenih u razno vrijeme tokom tog perioda svodi se na dan početka pogona putem pripisivanja interkalarnih kamata. Zbir tih vrijednosti predstavlja investicijski iznos.

Drugi period započinje puštanjem hidroelektrane u redovan pogon. Ona od tog časa proizvodi električnu energiju tako reći zabadava, svakako uz minimalne izdatke, a donosi stalno, iz godine u godinu, velike prihode u vidu utrška od prodaje proizvedene električne energije. Pomenuti minimalni izdaci troše se na plaće i ostale prinadležnosti onog malog broja osoblja, koji je potreban za održavanje pogona, zatim na uzdržavanje postrojenja i na obnovu opreme. Ovome periodu Francuzi daju neograničenu trajnost. Mi smo mu, u našoj metodi, ograničili trajanje na 75 godina, uzimajući da sve što preostane od postrojenja nakon isteka tog računskog vijeka trajanja ne će više imati nikakve vrijednosti.

Da bismo prosudili ekonomsku vrijednost ovakvog pothvata, moramo uporediti izdatke i prihode koji se ostvaruju u razno vrijeme. Takva je uporedba moguća jedino svodeći sve pojedine iznose na vrijednost u istom momentu. Ako se za taj momenat odabere dan puštanja u pogon, onda se ovakav postupak svođenja kasnijih vrijednosti na taj dan naziva aktualizacijom. Preračun vrijednosti svote S koja dospijeva n godina nakon puštanja u pogon, na vrijednost S_a u danu početka eksploatacije, vrši se po formuli

$$S_a = \frac{S}{\left(1 + \frac{i}{100}\right)^n} \qquad (3)$$

gdje i označuje kamatnu stopu u procentima, a indeks a označuje da se radi o aktualiziranoj vrijednosti.

U našoj metodi računat ćemo, dakle, sa privrednim aspektom pothvata izgradnje i eksploatacije elektrane ne u jednom momentu, već kroz čitava dva gore iznesena perioda, period priprema i izgradnje, i period eksploatacije koji obuhvaća cio računski vijek trajanja postrojenja. Ovim načinom moći ćemo razmotriti privrednu povoljnost pothvata za razne veličine izgradnje i u slučajevima, gdje će se režim protoke izmijeniti nakon izvjesnog broja godina eksploatacije, bilo poradi privođenja novih vodotoka, bilo kao posljedica izgradnje uzvodnih akumulacija ili sličnih zahvata.

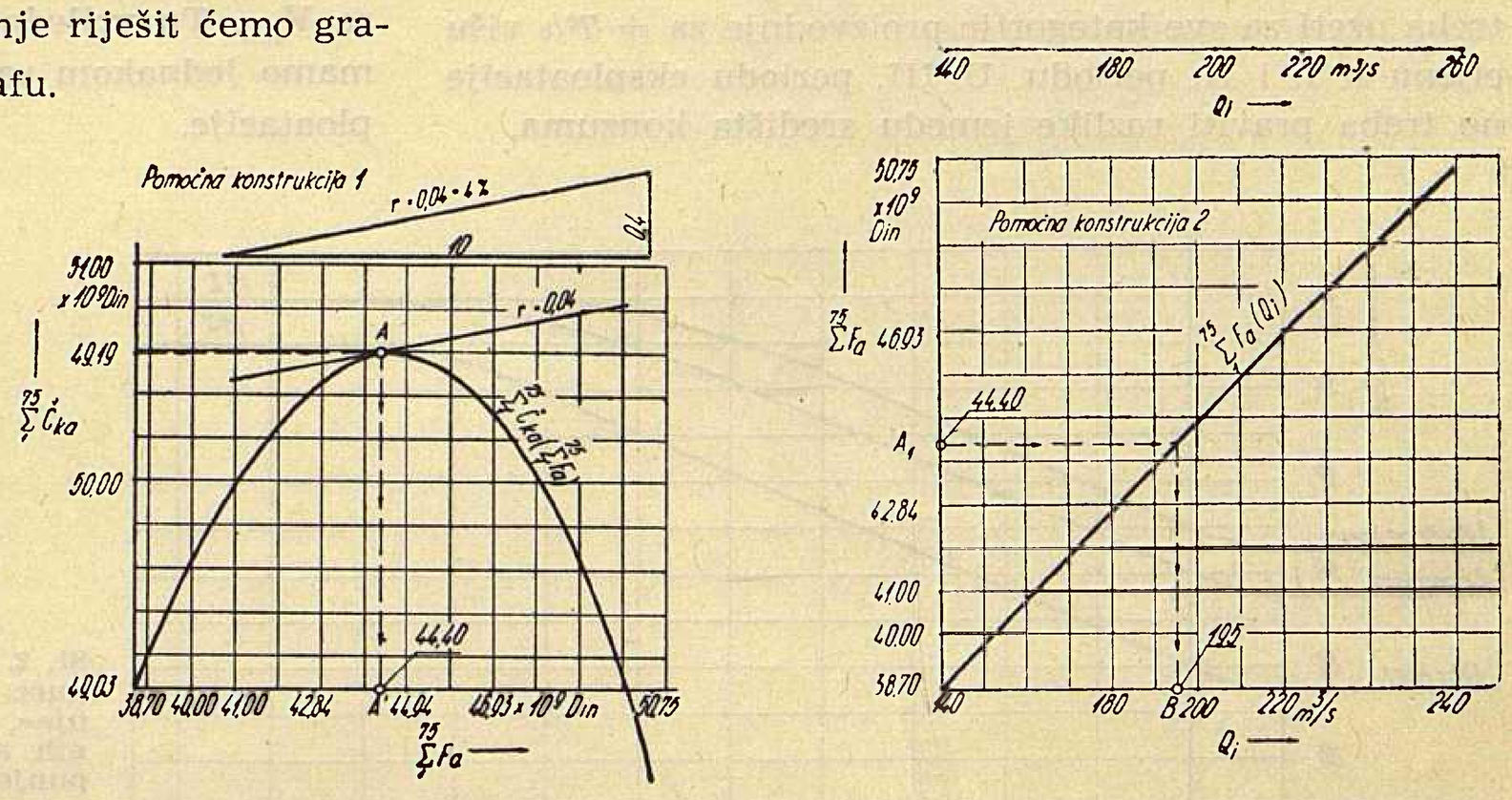
Važan element u kalkulacijama kod primjene ove metode su cijene raznih kategorija energije, koje smo već spomenuli. Te su cijene postavljene na osnovi pretpostavke, da će se prvo izgrađivati najpovoljnije hidroelektrane, i da će se hidraulička proizvodnja dopunjavati termičkom upravo u onom minimalnom iznosu koji je potreban za osiguranje mogućnosti stalnog i sigurnog pokrivanja potražnje električne energije. I ako bi se konzum električne energije razvijao drugim tempom nego onim koji je pretpostavljen kod izračunavanja pomenutih cijena, same bi se cijene znatno manje izmjenjivale, jer su one mnogo manje promjenljive negoli obim konzuma.

Primjenom ove metode dobiva se optimalna veličina izgradnje za svaku hidroelektranu, koja je uglavnom određena prirodom datim okolnostima. Tako određeni projekt treba dati na izvedbu u času kada će se upravo moći plasirati snaga i energija koje može dati odnosna hidroelektrana. Između nekoliko projekata sa jednakim ili sličnim parametrima snage i energije odabrat ćemo u takvom slučaju za izvedbu onaj projekat, koji pokazuje najveći neto-rentabilitet R_{opt}. Vrijednost ovog pokazatelja dobiva se također primjenom nastavno izložene metode.

II. PRIKAZ METODE

2. Postava jednadžbe kriterija za optimalnu veličinu izgradnje

21. Troškovi izgradnje i vrijednost proizvodnje hidroelektrane variraju sa veličinom izgradnje. Ove su varijacije ovisne o mnogim momentima, i ne mogu se tačno obuhvatiti matematskim formulama. Da bismo odredili kako sa veličinom izgradnje variraju aktualizirana vrijednost ukupne proizvodnje kroz 75 godina računskog vijeka trajanja elektrane, i aktualizirana vrijednost svih godišnjih troškova kroz isti period, odredit ćemo ove iznose za četiri do pet diskretno odabranih veličina instalirane protoke, i prikazat ćemo studirani fenomen grafički, spajajući izračunate tačke u grafičkom prikazu krivuljom sa kontinuiranim razvojem, bez skokova, prekida i uglova. Jednadžbu kriterij za optimalnu veličinu izgradnje riješit ćemo grafički na ovako konstruiranom grafu.



Sl. 1. Određivanje optimalne veličine izgradnje hidroelektrana. Određivanje optimuma u m³/s: A – A′ – A′₁ – B. Rezultati za r = 4%: Qiopt = 195 m³/s, Ropt = 49,19 : 44,40 = 1,108 = 110,8%

Upotrebit ćemo simbole sa ovim značenjima:

Q_i = instalirani protok,

V = vrijednost godišnje proizvodnje loko najbliže središte konzuma, dakle, proizvodnje umanjene za iznos gubitaka u prijenosu do tog središta,

$\sum_1^{75} V_a$ = aktualizirana vrijednost svih 75 godišnjih proizvodnji loko najbliže središte konzuma,

F = efektivni godišnji troškovi proizvodnje i prijenosa do najbližeg središta konzuma,

$\sum_1^{75} F_a$ = aktualizirana vrijednost svih 75 iznosa godišnjih troškova proizvodnje i prijenosa do najbližeg središta konzuma,

$\check{C}_k$ = godišnja čista korist loko najbliže središte konzuma,

$\sum_1^{75} \check{C}_{ka}$ = aktualizirana vrijednost svih 75 iznosa godišnjih čistih koristi loko najbliže središte konzuma.

Tada imamo:

$$\check{C}_k = V - F \qquad (4)$$

$$\sum_1^{75} \check{C}_{ka} = \sum_1^{75} V_a - \sum_1^{75} F_a \qquad (4a)$$

Jednadžba kriterij za optimalnu veličinu izgradnje glasi:

$$\frac{d\left(\sum_1^{75} \check{C}_{ak}\right)}{d\left(\sum_1^{75} F_a\right)} = r \qquad (5)$$

odnosno sa vrijednošću za r iz (1)

$$\frac{d\left(\sum_1^{75} \check{C}_{ka}\right)}{d\left(\sum_1^{75} F_a\right)} = 0{,}04 \qquad (6)$$

U koordinatnom sustavu za grafički prikaz neka apscisa i ordinata imaju jednolične skale, koje ne moraju imati isto mjerilo. Ishodište apscise neka ima vrijednost $\sum_1^{57} F_a$ koja odgovara najnižoj diskretno odabranoj veličini instalirane protoke. Ista tačka neka na ordinati ima vrijednost $\sum_1^{75} \check{C}_{ka}$ koja odgovara, također, najnižoj diskretno odabranoj veličini instalirane protoke. U tom sustavu nacrtajmo kroz naših četiri ili pet tačaka krivulje $\sum_1^{75} \check{C} \left(\sum_1^{75} F_a\right)$. Krivulja prolazi kroz ishodište koordinatnog sistema. Na istom grafu nacrtajmo pravac sa nagibom $r = 0{,}04$. Povucimo tangentu na našu krivulju paralelno s tim pravcem. Dirna tačka određuje iznos $\sum_1^{75} F_a$ kojemu odgovara optimalna veličina izgradnje. Ovu ćemo odrediti na posebnoj pomoćnoj konstrukciji, na grafu krivulje: $\sum_1^{75} F_a (Q_i)$. Na slici 1 vidimo primjer grafičkih konstrukcija izvedenih po izloženom postupku.

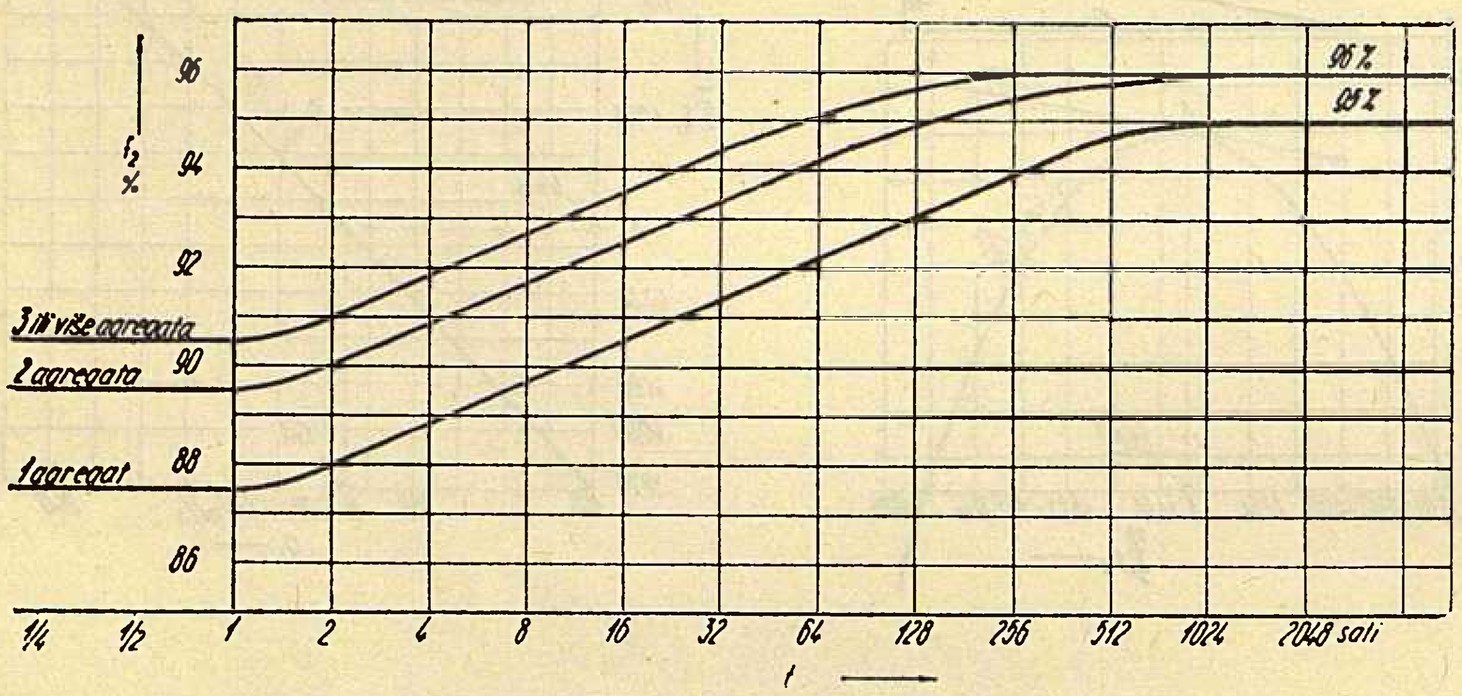
3. Određivanje vrijednosti proizvodnje loko najbliže središte konzuma

31. U mnogo slučajeva hidroelektrana je locirana u nekoj guduri, gdje nema nikakvog naselja, i gdje se ne može ono osnovati, kao što se tamo ne može osnovati ni industrija, koja bi se koristila energijom iz elektrane. U takvom slučaju proizvod hidroelektrane nema na licu mjesta nikakvu upotrebnu vrijednost. Zato vrijednost proizvodnje V računamo loko najbliže središte konzuma. U već pomenutom autorovom članku [1] pobrojano je 11 centara potrošnje. Oni su razvrstani u tri grupe, u suficitne, uravnotežene i u deficitne centre. U tom istom članku definirano je osam kategorija energije, i date su za njih cijene za tri uzastopna perioda eksploatacije elektrane po 25 godina, od kojih prvi može da započne bilo kada u razdoblju od 1960. do 1970.Cijene ovih osam kategorija energije date su za uravnotežena središta potrošnje. U suficitnim su središtima cijene niže za 7% u I. i II. periodu od 25 godina dok, ako je najbliže središte konzuma deficitno, treba uzeti za sve kategorije proizvodnje za + 7% višu cijenu u I. i II. periodu. U III. periodu eksploatacije ne treba praviti razlike između središta konzuma.

gije. Kod akumulacijskih elektrana pretpostavit ćemo kod toga takav režim pogona, da se dobije što veća vrijednost proizvodnosti. To znači, da ćemo tokom vremena jakog opterećenja iskoristiti što je više moguće vode; isto tako, favorizirat ćemo zimsku proizvodnju na račun ljetne, u našim kalkulacijama.

Množenjem proizvodnosti po kategorijama sa pripadnim cijenama za svih osam kategorija, dobit ćemo vrijednosti proizvodnosti loko elektrana za I., II. odnosno III. period. Zbir ovako dobivenih osam vrijednosti predstavlja dugoročni prosjek vrijednosti godišnje proizvodnosti za I., II. odnosno za III. period eksploatacije.

33. Akumulacijske elektrane imaju mogućnost da u svako doba priskoče u ispomoć, naravno dok ne rade sa punim opterećenjem; one mogu u slučaju prolazne nestašice energije svoju akumulaciju brže iskoristiti nego po programu. Vrijednost ove njihove funkcije u sistemu ocjenjujemo po formuli (8)- i označujemo je sa V_{isp}. Tu vrijednost od mogućnosti »ispomoći«, uzimamo jednakom za sva tri perioda po 25 godina eksploatacije.



Sl. 2. Faktor f_2 za prijelaz s vrijednosti »moguće proizvodnje« na vrijednost »proizvodnje«, u ovisnosti od broja glavnih proizvodnih agregata i od vremena t potrebnog za punjenje korisnog sloja akumulacije prosječnim dotokom.

Vrijednost proizvodnosti računamo uvijek po cijenama za uravnotežena središta konzuma, ali ćemo naknadno, prema karakteru najbližeg središta, primijeniti jedan od ovih faktora f_1:

Karakter centra konzuma		I.	II.	III.
		Oznaka perioda		
Suficitan	:	$f_1 = 0{,}93$	0,93	1,00
Uravnotežen	:	$f_1 = 1{,}00$	1,00	1,00
Deficitan	:	$f_1 = 1{,}07$	1,07	1,00

(7)

32. Da bismo izračunali proizvodnosti po pojedinim kategorijama energije odredit ćemo prvo: realnu godinu mjerodavnu za proračun prosječne proizvodnosti, i realnu godinu mjerodavnu za proračun 95-postotno garantirane proizvodnosti, iz niza hidroloških godina za koje imamo sačuvane rezultate opservacija protoka. Kod ovog izbora potrebno je uvažiti ne samo odnose između godišnjih proizvodnosti, nego i odnose između zimske i ljetne prizvodnosti. Analiza se vrši po metodama računa vjerojatnosti.
Nakon toga proračunat ćemo proizvodnosti (fizički moguće proizvodnje) za naših osam kategorija ener-

$$V_{isp} = \text{din/god. } 1200{,}\text{—/kW} \cdot \frac{W_{v \cdot l}}{W_{m \cdot h \cdot min}} \cdot P \qquad (8)$$

gdje su:

$W_{v \cdot l}$ = energetski ekvivalent korisnog sloja akumulacije na vlastitoj stepenici;

$W_{m \cdot h \cdot min}$ = zimska proizvodnost u godini mjerodavnoj za 95-postotno garantiranu proizvodnost;

P = instalirana snaga elektrane u kW.

Ovaj se dodatak V_{isp} primjenjuje samo kod hidroelektrana sa sezonskom akumulacijom, t. j. samo kod onih koje imaju na svojoj stepenici ili uzvodno akumulaciju sa korisnim slojem koji se sa prosječnim dotokom M ove elektrane može napuniti za vrijeme od 400 sati ili više. U slučajevima manjih akumulacija efekt od uvažavanja V_{isp} bio bi zanemarivo malen na veličinu izgradnje, pa je stoga postavljeno gornje ograničenje.

34. Zbroj dugogodišnje prosječne vrijednosti godišnje proizvodnosti po točci 32 sa vrijednošću V_{isp} iz 33. označujemo sa $V_{m \cdot I.}$, $V_{m \cdot II.}$ odnosno $V_{m \cdot III.}$ prema parcijalnom periodu od 25 godina pogona o kojem se

radi, i nazivamo taj broj vrijednošću »moguće proizvodnje za I., II. odnosno III. period.

35. Ostvarena proizvodnja uvijek je manja od proizvodnosti. Često je još veća razlika između vrijednosti ostvarene proizvodnje i vrijednosti »moguće proizvodnje« negoli što iznosi količinska fizička razlika. Faktor f_2 za prijelaz sa vrijednosti moguće proizvodnje na vrijednost proizvodnje određen je slikom 2.

36. Nešto se energije gubi u prijenosu do najbližeg središta konzuma. Postotak smanjenja vrijednosti proizvodnje poradi tih gubitaka uzima se jednak postotku fizičkih gubitaka energije. Kako se uvijek radi o malim procentima, moći ćemo se zadovoljiti grubim računom i gornjim postotkom. Odnosni faktor smanjenja vrijednosti proizvodnje loko najbliže središte konzuma označujemo sa f_3.

37. Ako energija dolazi u najbliži centar konzuma sa 30 kV, dajemo joj za 2% višu vrijednost nego ako dolazi pod 110 kV ili s višim naponom.
Odnosni faktor označujemo s f_4. Imamo:

$$\begin{aligned} &\text{za 30 kV:} && f_4 = 1{,}02 \\ &\text{za 110 kV i više napone:} && f_4 = 1{,}00 \end{aligned} \qquad (9)$$

38. Vrijednosti godišnje proizvodnje loko najbliže središte potrošnje V_I, V_{II} odnosno V_{III}, za I., II. i III. period od 25 godina eksploatacije, dobivamo po formulama (10):

$$V_I = V_{m \cdot I} \cdot f_{I \cdot I} \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \qquad (10)$$

$$V_{II} = V_{m \cdot II} \cdot f_{1 \cdot II} \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \qquad (10a)$$

$$V_{III} = V_{m \cdot III} \cdot f_{1 \cdot III} \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \qquad (10b)$$

Ističemo da su $V_{m \cdot I}$ do $V_{m \cdot III}$ dobiveni zbrajanjem vrijednosti iz tačaka 32. i 33., kako je to već izneseno pod tačkom 34. Rimski broj u indeksu prvog faktora u gornjim relacijama odgovara oznaci perioda na koji se faktor odnosi, po relacijama (7).

4. Aktualizirana vrijednost proizvodnje

41. Računajući sa kamatnim stopama *i:*

$$i = 6\% \text{ za I. period od 25 godina} \qquad (11)$$

$$i = 5\% \text{ za II. period od 25 godina} \qquad (11a)$$

$$i = 4\% \text{ za III. period od 25 godina} \qquad (11b)$$

dobivamo po pravilima zbrajanja geometrijskih redova ovu formulu za aktualizaciju i sumaciju triju grupa po 25 jednakih vrijednosti proizvodnje:

$$\sum_{1}^{75} V_a = 12{,}783\ V_I + 3{,}2861\ V_{II} + 1{,}0749\ V_{III}$$

Značenje gornjih simbola već je definirano, pod tačkama 21. i 37.

5. Određivanje troškova proizvodnje i prijenosa do najbližeg središta potrošnje

51. Današnja projektantska praksa približuje se prirodnim razvojem sve više tome, da se predračuni projektanata za koštanje izgradnje hidroelektrana skoro potpuno pokrivaju sa kasnije ostvarenim izvedbenim troškovima, ukoliko u međuvremenu ne dolazi do promjena u cijenama. Zato ovdje ne ulazimo u obradu problema projektantskih predračuna za troškove izgradnje hidroelektrana.

Suprotno iznesenom u prvom stavku ove tačke, pitanje investicija i godišnjih troškova za prijenos tretirat ćemo ovdje, pod tačkom 53.

Kako se po ovoj metodi predviđa upotreba istih cijena energije za hidroelektrane koje će se pustiti u pogon u toku jednog decenija, od 1960. do 1970., potrebno je da i troškovi izgradnje budu procijenjeni po istom ključu. Ovo je moguće preračunom investicijskih iznosa na istu osnovicu upotrebom općih indeksa cijena.

Detaljno uputstvo za gore spomenuto preračunavanje izlazi van okvira ovog prikaza; preračunavanje bit će potrebno primjenjivati kada se znatnije izmijeni opći nivo cijena. Detaljna razrada metode sadrži odnosna uputstva.

52. Proračun godišnjih troškova proizvodnje. — Kod postave ove metode u okviru troškova ne uzimaju se u obzir nikakova fiskalna podavanja po instrumentima društvenog plana. U troškove eksploatacije ulaze, po ovoj metodi: troškovi uzdržavanja i pogona, troškovi kamata na investicijski iznos i troškovi obnove. Interkalarnim kamatima povećani trošak izgradnje nazivamo investicijskim iznosom i označujemo s *I*.

Za troškove uzdržavanja i pogona određeni su rasponi u procentima od troška izgradnje pojedinog objekta. Te intervale iznosimo nastavno u tablici stopa i računskih vjekova trajanja.

Kamati se obračunavaju po stopi iz jednadžbi (11), na odnosnu investiciju bez interkalarnih kamata.

Godišnje uplate u fond za obnovu kapitaliziraju se putem kamata na kamate, po onoj kamatnoj stopi koja za isto vrijeme važi kao kamatnjak na utrošena osnovna sredstva, t. j. po odnosnoj stopi iz jednadžbi (11).

Postotne stope za obnovu izračunate su za gornje kamatnjake i za objekte s raznim računskim vijekom trajanja, te ih, također, dajemo u tabelarnom prikazu.

Interesantno je istaknuti, da po gornjem uputstvu raste procentualna kvota ukupnih godišnjih troškova sa veličinom izgradnje. Ovo je prirodna posljedica povećanja omjera između troškova za nabavu i montažu elektromašinske opreme i ukupnih troškova izgradnje.

53. Proračun godišnjih troškova prijenosa do najbližeg središta konzuma. — Ako nisu raspoloživi tačniji podaci, mogu se troškovi prve izgradnje dalekovoda proračunati po ovom uputstvu:

Dalekovod		troškovi izgradnje u 10^6 din/km	
jednostruki	110 kV	5,00	
dvostruki	110 kV, opremljen samo jednom trojkom	6,00	
dvostruki	110 kV	7,50	(13)
jednostruki	220 kV	10,50	
dvostruki	220 kV	16,00	

Tablica stopa za proračun godišnjih troškova uzdržavanja i pogona i godišnjih troškova za obnovu, uz naznaku računskih vjekova trajanja za pojedine vrste objekata i opreme

Redni broj	Naziv objekta odnosno vrst radova ili izdataka	Rok za obnovu odnosno za amortizaciju	Godišnji troškovi u postotku na izdatke za izgradnju uzete bez interkalarnih kamata a uključivo troškova montaže i rezerve za nepredviđeno			
			za uzdržavanje i pogon	za obnovu		
				tokom parcijelnog perioda od 25 godina eksploatacije		
				I	II	III
		godine	%	%	%	%
0	1	2	3	4	5	6
1	Brana, derivacija vode	75	1,0 — 1,5	0,077	0,457	1,777
2	Oprema gradilišta koja nije uključena u izdacima za pojedine objekte	75	1,0 — 2,0	0,077	0,457	1,777
3	Građevna i stambena kolonija	50	1,5 — 2,0	0,344	1,700	0,655
4	Hidromeh. oprema, tlačni cjevovodi, željezne konstrukcije	25	1,5 — 3,0	1,823	2,095	2,401
5	Proizvodni agregati	20	1,5 — 3,5	2,718	3,024	3,358
6	Rasklopno postrojenje, pomoćni uređaji, aparati i ostala oprema	20	1,5 — 3,0	2,718	3,024	3,358
7	Zemljište, otkupi i odštete, devijacije saobraćajnih puteva	—	1,1 — 2,2	—	—	—
8	Studije, projekti i opći troškovi	—	0,05 — 0,1	—	—	—

Na gornje cijene dodati 10% u slučaju da trasa prolazi planinskim terenom.

Troškovi izgradnje stanice na cilju prijenosa, t. j. u najbližem centru potrošnje, ne ulaze u ovaj račun. Stope godišnjih troškova na troškove izgradnje dalekovoda date su jednadžbama (14):

period	stopa godišnjih troškova prijenosa, p	
I	$p_{I} = 12\%$	(14)
II	$p_{II} = 11\%$	(14a)
III	$p_{III} = 10\%$	(14b)

54. Ukupni godišnji troškovi proizvodnje i prijenosa predstavljaju za svaku godinu u pojedinom periodu, zbroj troškova proizvodnje po tačci 52 i troškova prijenosa po 53, te se označuju sa: F_{I}, F_{II} odnosno F_{III}, gdje indeks označuje parcijalan period za koji važi odnosni zbir.

Aktualizacija i sumacija 75 iznosa godišnjih troškova za cio računski vijek trajanja hidroelektrane vrši se kako je izneseno pod gornjom tačkom 4, pomoću formule analogne formuli (12), sa istim koeficijentima uz F_{I}, F_{II} odnosno F_{III} kao tamo, pod 4, uz V_{I}, V_{II} i V_{III}.

6. Proračun čiste koristi. Zaključene napomene uz prikaz metode

61. Po formuli (4a) izračunat ćemo za svaku od 4 do 5 diskretno odabranih veličina izgradnje aktualizirani iznos čiste koristi od cijelog pothvata izgradnje i eksploatacije hidroelektrane kroz 75 godina. Sa ovim vrijednostima konstruirat ćemo graf ukupne čiste koristi kao funkcije ukupnih troškova:

$$\sum_{1}^{75} \check{C}_{ka} \quad (\sum_{1}^{75} F_{a})$$

U tome, da se na apscisu sa linearnom skalom nanose ukupni aktualizirani troškovi za pojedine veličine izgradnje, a ne instalirani protok, leži jedna od značajki ove metode. Tim načinom može se grafički ilustrirati stvarna ekonomska vrijednost studirane privredne operacije u ovisnosti od veličine izgradnje, i grafički odrediti optimalnu veličinu kako je to opisano pod tačkom 21.

Ako bismo vertikalno ispod pojedinih izračunatih tačaka na osi $\sum_{1}^{75} F_{a}$ označili brojem, na pomoćnoj paralelnoj osi, pripadni instalirani protok u m^3/s, t. j. onaj koji smo diskretno odabrali za odnosnu studiju stepena izgradnje, vidjeli bismo, da se mjerilo za instalirani protok u m^3/s mijenja od tačke do tačke na pomoćnoj osi. Te promjene ne slijede nikakav matematski obrazac. Kako za ekonomske studije privrednih pothvata nisu važni fizički parametri operacije, kao što je u našem primjeru instalirani protok, već je važna čista korist u odnosu na pripadne troškove, vidimo da je bilo ispravno odrediti da se troškovi i čista korist prikazuju u grafičkim studijima ekonomike na linearnim jednoličnim skalama, jer godišnji troškovi nisu srazmjerni instaliranom protoku.

Originalnost ove metode leži u tome, što se optimalnom veličinom izgradnje smatra ona, koja ima marginalnu ekonomičnost r veću od nule, sa točno određenom vrijednošću r. U zoni, gdje čista korist raste vrlo polagano sa porastom troškova koji prati porast instaliranog protoka, često su projektanti po osjećaju odredili nešto nižu vrijednost za optimalnu veličinu izgradnje od one koja odgovara maksimumu čiste koristi. Sada imamo u rukama sredstvo da ne odlučujemo u tome po osjećaju, već da u svim slučajevima postupimo jednoobrazno, po istom ekonomskom ključu.

62. Gornjim tekstom dat je sažet prikaz principa ove metode, sa najvažnijim načelnim obrazloženjima. Date su i numeričke vrijednosti s kojima se, uz pomoć numeričkih vrijednosti za cijene osam kategorija energije iz spomenutog autorovog članka [1], metoda može korisno primijeniti.

Detaljna razrada metode sadrži još par uputstava i dijagrama, te nekoliko tipskih formulara koji olakšavaju rad. Time je metoda tako oštro određena, da će dva lica, polazeći od istih osnovnih podataka, doći uvijek do istog rezultata i u slučaju da ta lica nemaju visoku projektantsku kvalifikaciju. Spomenuti osnovni podaci svrstavaju se u ove četiri grupe:

— hidrološki podaci;
— troškovi izgradnje pojedinih objekata i trajanje građenja;
— stope za proračun godišnjih troškova uzdržavanja i pogona, iz intervala datih u s tupcu 3 tablice koja je naprijed iznesena;
— korisni stepeni djelovanja proizvodnih agregata i transformatora, gubici u derivaciji vode i u prijenosu.

63. Primjena ove metode zahtijeva toliko rada, da je ne bi bilo racionalno primijeniti sa svim finesama kod obrade osnovnih projekata i kod razrade investicijskih programa, a kod malih objekata i kod generalnog projekta. U detaljnoj razradi metode data su i uputstva za skraćeni postupak izračunavanja godišnjih troškova proizvodnje. Dato je, također, uputstvo kako treba tretirati slučaj hidroelektrane koja se gradi izričito za snabdijevanje neke nove industrije, ali koja će ipak biti vezana na zemaljsku mrežu radi izmjene električne energije. Ovdje ćemo dati prikaz razgraničenja elektrana po veličini, sa naznakom primjerenog stepena detaljnosti obrade kod primjene ove metode:

a) Vrlo velike hidroelektrane: $P \geqslant 150$ MW

Hidrološke podloge razraditi po prosječnim dekadnim protocima. Potpun postupak po prikazanoj metodi primijeniti kod generalnog projekta i, ako postoje dovoljno razrađeni podaci, za investicijski program.

b) Velike hidroelektrane: 150 MW $> P \geqslant$ 50 MW

Hidrološke podloge razraditi po prosječnim dekadnim protocima. Studija vjerojatnosti proizvodnosti može se zamijeniti nizom proizvodnosti u hidrološkim godinama svrstanim po opadnim proizvodnostima, ako se opservacije protoka odnose na niz od bar 25 uzastopnih godina. — Inače, potpun postupak primijeniti za generalni projekt. Skraćene postupke i obradu samo po I. periodu od 25 godina eksploatacije primijeniti za investicijski program.

c) Hidroelektrane srednje vel. 50 MW $> P \geqslant$ 10 MW

Hidrološke podloge razraditi po prosječnim mjesečnim protocima. Studija vjerojatnosti proizvodnosti može se nadomjestiti nizom proizvodnosti u hidrološkim godinama svrstanim po opadnom redu za proizvodnost, ako ovaj niz ima bar 20 članova. Osim u ovakovom slučaju, primijeniti potpun postupak za generalni projekt, dok za investicijski program primijeniti skraćene postupke uz obradu samo po prvom periodu od 25 godina.

d) Male hidroelektrane: 10 MW $> P \geqslant$ 1 MW

Hidrološka obrada kao pod c). Skraćeni postupci i obrada isključivo po I. periodu, mogu se primijeniti i kod generalnog projekta.

e) Mikroelektrane: 1 MW $> P$

Hidrološka obrada, po mogućnosti, kao pod c). Obrada se vrši uvijek samo po I. periodu, i to sa skraćenim postupcima.

Kod osnovnih projekata uvijek se obrada vrši po mjesečnim prosječnim protocima, po skraćenim postupcima, i uzimajući u obzir samo I. period od 25 godina eksploatacije, t. j. pretpostavljajući nepromijenjene privredne odnose kroz cio računski vijek trajanja studirane hidroelektrane, i jednake onima iz I. perioda.

III. Zaključne konsideracije i primjedbe

71. Načela i numeričke vrijedenosti ove metode mogu se koristiti i kod rješavanja srodnih problema, kao što su: ekonomsko dimenzioniranje organa derivacije, određivanje optimalne veličine korisne akumulacije, redoslijed izgradnje hidroelektrana i izbor između varijanata u osnovnom vodoprivrednom rješenju nekog sliva. Prikaz odnosnih uputstava prelazio bi okvir ovog članka.

72. U poredbi sa ostalim metodama koje se kod nas primjenjuju za određivanje veličine izgradnje hidroelektrana, rezultati po ovoj metodi tendiraju na niže optimalne stepene izgradnje kod protočnih, a na više kod akumulacijskih elektrana. Metode za rješavanje istog problema koje se primjenjuju kod Švicara, S. A. D. E., Interalpen i kod E. D. F., idu još dalje u tom pogledu.

Smatramo da su u ovoj metodi obuhvaćeni svi momenti koji utječu na visinu optimalne veličine izgradnje, kao što su proizvodnost, kvalitet energije, troškovi izgradnje, mogućnost plasmana i geografski položaj, izlazni napon, i potreba da s raspoloživim sredstvima proizvodnje dobro gospodari s vidom na sadašnjost i budućnost, i s težnjom najefikasnijeg korišćenja tih sredstava proizvodnje. Držimo da kod postave metode nisu učinjena nikakova neopravdana pojednostavnjenja. Potreba subjektivnih ocjena po korisniku metode svedena je na minimum, da ne bismo rekli da je isključena.

73. Konačno, jedno upozorenje. Dosta često se prosuđuje izabrani stepen izgradnje uzimajući kvocijent između marginalnog viška godišnjih troškova i marginalnog viška godišnje proizvodnje za cijenu viška proizvodnje dobivenog graničnim povišenjem instaliranog protoka. I tada se taj kvocijent, ta »cijena«, upoređuje sa koštanjem termičke proizvodnje. Ovaj postupak ne daje ispravne indikacije iz ovih razloga:

— Kod protočnih elektrana sa marginalnim povišenjem instaliranog protoka povećava se količina proizvodnje ali se istodobno smanjuje prosječni kvalitet cijele proizvodnje.

— Kod akumulacijskih elektrana sa marginalnim povišenjem instaliranog protoka povećava se prosječni kvalitet cijele proizvodnje, obično uz veoma malo povišenje količine proizvodnje.

Dakle, povišenje proizvodnje je samo dio koristi od marginalne operacije, i ne može služiti kao mjerilo za njenu ekonomičnost.

Prema tome indikacije dobivene gornjim postupkom ne moraju biti ni približno tačne kod protočnih elektrana, a one su uvijek sasvim neispravne kod akumulacijskih elektrana. Po ovom kriteriju, po kome se zanemaruje uvažavanje kvaliteta energije, a vodi se računa jedino o njenoj količini ,ne bi postojanje ni jedne pumpne hidroelektrane moglo imati ekonomsko opravdanje, jer takva postrojenja uvijek rade sa gubitkom energije, ako su čisto pumpno-turbinskog značaja. Međutim, takova postrojenja imaju svoje ekonomsko opravdanje, jer se izgrađuju svagdje gdje za to postoje preduvjeti.

*

Hidroelektrane će vremenom dobivati sve veću vrijednost i ulogu u proizvodnoj osnovici elektroenergetskog sistema po svojoj sposobnosti brzog preuzimanja porasta opterećenja, dakle, kao najjeftiniji i najsigurniji faktor stabilnosti sistema. Njihova važnost, nakon što dosegnu maksimum po udjelu u ukupnoj proizvodnji, opadat će stoga mnogo polaganije nego što će opadati taj udio. U liniji unapređenja proizvodnih interesa zemlje leži posvećivanje pune pažnje svim stranama problematike iskorišćavanja vodnih snaga, dakle i dimenzioniranju hidroelektrana.

Zaključujemo izražavajući nadu da će ovaj prikaz biti od koristi projektantima i ostalim specijalistima pri njihovom radu.

Izvod iz literature i dokumentacije

[1] M. Leskovar: Perspektivni razvoj proizvodne cijene električne energije, Energija, br. 1-2/1958.
[2] A. S. A. E.: Directives pour l'étude comparative de la rentabilité d'avant-projets d'usines hydrauliques, Publ. No. 28, 2e éd., Ed. Association suisse pour l'aménagement des eaux, Zürich, 1949.
[3] J. Tissier: Comparaison des projets d'opérations de production d'énergie électrique, Unipède, Congrès de Roma 1952, Ed. Unipède, Paris, 1952.
[4] Kroms A.: Auswahl der Parameter von Wasserkraftwerken, Bull. S. E. V., Bd. 42/Nr 18, Zürich, 1952.
[5] H. Požar: Veličina izgradnje temeljnih hidroelektrana; Veličina izgradnje vršnih hidroelektrana, Ed. Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1954.
[6] M. Massé: Détermination rapide de l'ordre de grandeur à donner au débit installé d'une usine hydro-électrique avec réserve, Houille blanche, sept.-oct. 1949, Grenoble, 1949.
[7] M. Mainardis: Centrali Elettriche, Ed. Hoepli, Milano, 1952.
[8] SZS: Statistički godišnjak F. N. R. J. — 1957, Ed. Savezni zavod za statistiku, Beograd, 1957.

ISPRAVITE U ENERGIJI BR. 1—2/1958.

U članku »Perspektivni razvoj proizvodne cijene električne energije« na str. 39, lijevi stupac, treći red odozgo između riječi »danas« i »možemo« treba umetnuti *ne*. U koloni 21 tablice na str. 42 umjesto brojke 00815 mora biti *15.800*, dok je u koloni 5 ispravan redoslijed brojaka *2,3; 15,9; 33,0; 63,8; 95,5; 100,0; 100,0* računajući odozgo prema dolje.

NOVI EKONOMSKI ODNOSI UNUTAR ELEKTROPRIVREDE

Daniel Feöcze, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb

Zakon o elektroprivrednim organizacijama objavljen u prosincu 1957. propisuje nove osnove za ekonomske odnose unutar elektroprivrede. Autor opisuje prijašnje stanje i daje sistematski prikaz novih odnosa. Obrađen je način utvrđivanja cijene električne energije za distributivna poduzeća i način pokrića viših individualnih troškova i potrebnog dobitka. Osim toga autor prikazuje položaj distributivnih poduzeća Hrvatske s obzirom na njihov organski sastav i strukturu potrošača.

UVOD

Zakon o elektroprivrednim organizacijama od prosinca 1957., propisuje nove organizacione oblike i nove ekonomske odnose unutar elektroprivrede.

Prema ovom zakonu, elektrane koje svojom električnom energijom napajaju prijenosnu mrežu i organizacije za prijenos električne energije, udružuju se u Elektroprivredne zajednice na području, koje je jedinstveno s gledišta proizvodnje, prijenosa i potrošnje električne energije. Pojedine Elektroprivredne zajednice koordiniraju proizvodnju u elektroenergetskom sistemu vezanih udruženih poduzeća te kupuju od njih svu proizvedenu električnu energiju na temelju pojedinačno ili kolektivno sklopljenih ugovora. Elektroprivredne zajednice kupuju potrebnu električnu energiju i od industrijskih elektrana na svojem području i susjednih Zajednica. Udruženim poduzećima za prijenos električne energije, Zajednice plaćaju uslugu za vršeni prijenos.

Elektroprivredne zajednice prodaju kupljenu električnu energiju potrošačima na veliko, koji su direktno vezani za prijenosnu mrežu ili za električnu mrežu u sastavu udruženog poduzeća, zatim susjednim Zajednicama te poduzećima za distribuciju električne energije. Ova se izdvajaju u komunalne privredne organizacije. U sklop distributivnih poduzeća mogu ući i one lokalne elektrane, koje su direktno vezane za distributivnu mrežu. Distributivna poduzeća mogu prema općim propisima osnivati stručna udruženja u cilju rješavanja svojih zajedničkih pitanja a i u svrhu jedinstvene koordinacije distributivne djelatnosti s poduzećima za proizvodnju i prijenos električne energije.

Elektroprivredne zajednice se udružuju u Zajednicu jugoslavenske elektroprivrede.

Izvoz i uvoz električne energije iz inozemstva zaključuje Zajednica jugoslavenske elektroprivrede u sporazumu s Elektroprivrednom zajednicom preko koje će se vršiti promet električne energije, jer ova izvršuje zaključeni ugovor (prema čl. 63 i 64).

Električnu energiju kupljenu iz inozemstva Zajednica jugoslavenske elektroprivrede obračunava odnosnoj

Elektroprivrednoj zajednici po nabavnoj cijeni (prema čl. 65).
Električnu energiju isporučenu inozemstvu, Zajednica jugoslavenske elektroprivrede obračunava odnosnoj Elektroprivrednoj zajednici po cijeni koju određuje upravni odbor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede. Razlika između iznosa po cijeni za koju je električna energija prodata inozemnim kupcima i iznosa po cijeni prema kojoj je ta energija obračunata Zajednici jugoslavenske elektroprivrede, raspodjeljuje se na one Elektroprivredne zajednice, koje prema svojoj energetskoj bilanci razmjene električne energije s drugim Elektroprivrednim zajednicama, iskazuju višak električne energije (prema čl. 64).
U upravni odbor pojedine Elektroprivredne zajednice ulaze pored predstavnika udruženih poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije još i predstavnici Kotarskih narodnih odbora, Republičkog izvršnog vijeća, Savezne industrijske komore kao i predstavnici određenih distributivnih poduzeća.
Koji kotarevi i koja distributivna poduzeća treba da imaju svojeg predstavnika u upravnom odboru Elektroprivredne zajednice, određuje Republičko izvršno vijeće, ukoliko se radi o Elektroprivrednoj zajednici na teritoriju jedne narodne republike. Ako su u Elektroprivrednu zajednicu udružena poduzeća sa sjedištem na teritoriju dviju ili više narodnih republika, kotarske narodne odbore i distributivna poduzeća koji će imati svoje predstavnike u upravnom odboru Elektroprivredne zajednice, kao i određeni broj predstavnika, koje vijeće imenuje, određuje Savezno izvršno vijeće. Glavni direktor Elektroprivredne zajednice je po svom položaju član upravnog odbora (prema čl. 40).
Budući da u upravni odbor Elektroprivredne zajednice ulaze predstavnici samo nekih određenih distributivnih poduzeća, to će biti potrebno da sve probleme distribucije u vezi njenih odnosa s komunama i Elektroprivrednim zajednicama, kao i u vezi svih elektrogospodarskih stručnih pitanja s područja distribucije rješavaju njihova stručna udruženja. Tu ima niz pitanja s područja elektrifikacije komune, planiranja, organizacije prodajne službe, komunalne politike tarifa, financija, normativa troškova, analize i sl.
U upravni odbor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede ulazi po jedan predstavnik svake Elektroprivredne zajednice. Predstavnike odnosnih Elektroprivrednih zajednica biraju njihovi upravni odbori. Pored ovih, u upravni odbor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede ulazi i po jedan predstavnik Savezne industrijske komore, Centralnog vijeća Saveza sindikata Jugoslavije, Stalne konferencije gradova, kao i određeni broj osoba, koje imenuje Savezno izvršno vijeće. Generalni direktor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede je član upravnog odbora po svom položaju (prema čl. 68).

PRIJAŠNJE STANJE

Prije negoli je donešen Zakon o elektroprivrednim organizacijama, sva su poduzeća za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije (osim nekih nevažnih iznimaka) na području pojedine narodne republike, bila udružena u republičku Zajednicu elektroprivrednih poduzeća. Ova je kupovala svu koordinirano proizvedenu električnu energiju od udruženih poduzeća po dvojnoj cijeni »prirodnih« troškova snage i rada, a prema potrebi još i od industrijskih elektrana i susjednih Zajednica. Raspoloživu električnu energiju, Elektroprivredna zajednica je prodavala specijalnim potrošačima direktno, a ostalim potrošačima preko udruženih distributivnih poduzeća. Električna energija se prodavala po jedinstvenim tarifnim stavovima, propisanim za cijelo područje FNRJ.
Prihodi od prodane električne energije, bili su zajednički. Sredstvima ovih prihoda plaćani su ugovoreni troškovi snage i rada i dobitak udruženih poduzeća, zatim nabavljena električna energija iz industrijskih elektrana i susjednih Zajednica i konačno režija Zajednice. Ostatak je predstavljao dobitak Zajednice, koji se je nakon plaćenih zakonskih obaveza raspodjeljivao na propisane fondove Zajednice i na udružena poduzeća. Ova su dakle ostvarivala dva vida dobitka i to:
a) individualni dobitak, ostvaren kroz prodajnu cijenu za proizvodnju i za rad u Zajednici.
b) kolektivni dobitak, ostvaren udruženim snagama kroz povećanu proizvodnju i povoljniju strukturu izvora energije i konzuma.
Kod ovakvog sistema diobe rada i raspodjele dobitka, sva su udružena poduzeća bila zainteresirana i za uspjeh rada Zajednice kao cjeline. Financijski uspjeh Zajednice zavisio je o radu svakog pojedinog člana t. j. o ispravnosti i pogonskoj spremnosti svih udruženih postrojenja pa su iz tog razloga svi udruženi članovi i sudjelovali u raspodjeli rezultata svog kolektivnog rada.

NOVI EKONOMSKI ODNOSI

1. Općenito

Savezna narodna skupština određuje opći nivo cijene električne energije. Tarifu električne energije po pojedinim grupama potrošača, na temelju općeg nivoa cijene električne energije, propisuje Savezno izvršno vijeće ili organ koji ovo odredi. Tarife električne energije u prijenosnoj mreži su jedinstvene za pojedine grupe potrošača (prema čl. 11).
Opći nivo cijene električne energije zavisi od vlastite cijene koštanja, a ova od tržnih cijena materijalnih troškova i troškova radne snage te od ekonomskih instrumenata, koji se propisuju društvenim planom. Pretežno veći dio troškova elektroprivrede, zavisan je od ekonomskih instrumenata pa Savezno izvršno vijeće modifikacijom tih instrumenata određuje opći nivo cijene električne energije.
Osnova za utvrđivanje cijene za prodaju električne energije potrošačima distributivnih poduzeća je propisana tarifa električne energije na prijenosnoj mreži.
Općinski narodni odbor i to oba vijeća ravnopravno, može za potrošače na malo i za ostalu komunalnu potrošnju električne energije na veliko, propisati i više cijene električne energije od propisanih cijena na prijenosnoj mreži.
Razlika između cijena koje odredi narodni odbor i propisanih cijena na prijenosnoj mreži, pripada društvenom investicionom fondu općine i to isključivo za razvitak distributivne mreže (prema čl. 12). Razvoj elektrifikacije na području pojedine komune, zavisi prema tome od njenih gospodarskih mogućnosti.

2. Odnosi unutar udružene elektroprivrede

Elektroprivredna zajednica kupuje električnu energiju od udruženih poduzeća za proizvodnju i od susjednih Zajednica na temelju sklopljenih ugovora. Prijenos kupljene električne energije vrše za račun Elektroprivredne zajednice udružena poduzeća za prijenos, na temelju ugovora.

Pri zaključivanju ugovora, udružena poduzeća i Elektroprivredne zajednice, dužne su pridržavati se tehničkih uslova i normativa za isporuku i prijenos električne energije, koje odredi Zajednica jugoslavenske elektroprivrede (prema čl. 47).

Cijenu za razmjenu električne energije između Elektroprivrednih zajednica, propisuje Savezno izvršno vijeće na prijedlog Zajednice jugoslavenske elektroprivrede (prema čl. 52).

Sporove nastale između udruženih poduzeća i Elektroprivredne zajednice, kao i nastale sporove između Elektroprivrednih zajednica u pogledu zaključenja ili izvršenja ugovora o isporuci električne energije, rješava izbrani sud pri Zajednici jugoslavenske elektroprivrede (prema čl. 46, 54).

3. Odnosi s poduzećima za distribuciju električne energije

Elektroprivredna zajednica prodaje električnu energiju distributivnom poduzeću po cijenama utvrđenim saveznim propisima po grupama potrošača na osnovu stvarne strukture potrošnje, i priznaje mu 10% prosječnih troškova distribucije svih distributivnih poduzeća na području odnosne Elektroprivredne zajednice, te 90% njegovih individualnih troškova. Savezno izvršno vijeće može propisati povećanje % prosječnih, odnosno smanjenje % individualnih troškova distribucije. U troškove distribucije ulazi i minimalni lični dohodak radnika uvećan za 25% (prema čl. 50). Ovi troškovi distribucije jednaki su, dakle, troškovima prijašnje kategorije »cijene koštanja distribucije«. Cijena po kojoj će distributivno poduzeće nabavljati električnu energiju na prijenosnoj mreži od Elektroprivredne zajednice, predstavlja prema tome ostvarenu srednju cijenu realizacije za količine električne energije na mjestima predaje, umanjenu za dio troškova distribucije. Ako se ova cijena primjenjuje na preuzete količine električne energije na mjestima prijenosa, potrebno je troškovima distribucije dodati i vrijednost gubitaka u distributivnoj mreži.

4. Odnosi s potrošačima na veliko, koji su neposredno vezani za prijenosu mrežu ili za električnu mrežu u sastavu udruženog poduzeća

Elektroprivredna zajednica prodaje električnu energiju velepotrošačima vezanim na prijenosnu mrežu po cijenama određenim saveznim propisima.

5. Odnosi s potrošačima, koji se snabdijevaju iz električne mreže distributivnih poduzeća

Distributivno poduzeće isporučuje električnu energiju potrošačima po cijenama propisanim za pojedine grupe potrošača uvećanima za dio troškova distribucije i za određeni dohodak. Mjerila za utvrđivanje visine dohotka za koji distributivno poduzeće može povećati propisanu cijenu, kao i način utvrđivanja dohotka, utvrđuje Savezno izvršno vijeće na prijedlog Zajednice jugoslavenske elektroprivrede. Ovo povećanje propisanih cijena (za dio troškova distribucije i za određeni dohodak) mora biti jednako po kilovatsatu za sve grupe potrošača u distributivnoj mreži (prema čl. 34). Potrošači na malo i ostala komunalna potrošnja električne energije na veliko, plaćaju prema tome povrh propisane cijene električne energije još i:

a) dio za razvitak distributivne mreže (prema čl. 12) i

b) dio troškova distribucije i određeni dohodak (prema čl. 34.),

dok bi ostali potrošači t. j. oni, koji ne predstavljaju potrošače na malo, odnosno komunalne potrošače na veliko plaćali povrh propisane cijene električne energije samo dio troškova distribucije i određeni dohodak. Pitanje je dakle da li se industrija, ugljenokopi, cementarne i poljoprivredni motori, koji se snabdijevaju električnom energijom iz mreže distributivnog poduzeća, imaju smatrati komunalnim potrošačima na veliko isto tako, kao i javni vodovodi, tramvaj, trolejbus, javna rasvjeta i sl. Budući da svi oni potrošači, koje snabdijeva distributivno poduzeće utječu na radnu sposobnost i na potrebu proširenja njegove električne mreže, trebalo bi ih izjednačiti i u obavezi snašanja tereta povrh propisane cijene.

UTVRĐIVANJE CIJENE ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA DISTRIBUTIVNA PODUZEĆA

Zakon o elektroprivrednim organizacijama ne propisuje ništa novog za ekonomske odnose između Elektroprivredne zajednice i udruženih poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije. I prije su postojali ugovorni odnosi na temelju iskustvenih i mjerenih norma troškova za koordiniranu proizvodnju i rad prema voznom redu, koji utvrđuje služba za raspodjelu opterećenja (dispečerska služba). Zakon predviđa samo, da tehničke uvjete i normative za isporuku električne energije određuje Zajednica jugoslavenske elektroprivrede. To znači, da treba samo utvrditi jedinstvene osnove za normative i za režim rada u svim Elektroprivrednim zajednicama.

Međutim ekonomski odnosi sa distribucijom električne energije znatno su izmijenjeni.

Prije Zakona o elektroprivrednim organizacijama, pojedine Zajednice su prodavale električnu energiju distributivnim poduzećima po ekonomskoj cijeni za odnosno područje t. j. po vlastitoj cijeni prodaje bez obzira na iznos realizacije električne energije tog područja.

Prodaja električne energije potrošačima vršila se je po jedinstvenim tarifnim stavovima za cijelo područje FNRJ. Prema tome visina prihoda od prodaje električne energije na pojedinom konzumnom području, nije bila jednaka iznosu troškova (s potrebnim dobitkom) za tu energiju.

Kalkulacija jedinstvenih tarifnih stavova za pojedine kategorije i grupe potrošača na cijelom području FNRJ, vršena je na temelju ukupnih troškova i potrebnog dobitka udruženih poduzeća za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije svih republičkih Elektroprivrednih zajednica. Prema tome, visina prihoda

od prodane električne energije na nekom konzumnom području, zavisila je od količine potroška, od propisanih jedinstvenih tarifnih stavova i od strukture konzumenata, a ne od troškova za tu energiju. Vlastita cijena prodaje električne energije, bila je na pojedinom području vrijednosni izražaj organskog sastava elektroprivrede, a prosječni prihod po prodanom kilovatsatu, samo sticaj okolnosti s obzirom na lokaciju stanovitih kategorija i grupa potrošača i s obzirom na činjenicu, da su jedinstveni tarifni stavovi kalkulirani na temelju ukupnih troškova elektroprivrede FNRJ.

Prema Zakonu o elektroprivrednim organizacijama, cijena električne energije za pojedino distributivno poduzeće, ne će više zavisiti od proizvodnih troškova za tu energiju, već od visine prihoda prema propisanim jedinstvenih tarifnim stavovima, koji opet zavise od politike općeg nivoa cijene za električnu energiju.

Za ilustraciju ekonomskih odnosa s poduzećima za distribuciju električne energije, najbolje će poslužiti jedan jednostavni primjer.

PRIMJER

1. Elementi kalkulacije:

A. Plan nabave i prodaje električne energije

Distributivno poduzeće kupuje na prijenosnoj mreži	kWh	10,000.000
Ugovoreni individualni gubici u distributivnoj mreži 15% . . .	kWh	1,500.000
Predaja potrošačima .	kWh	8,500.000

B. Troškovi i dobitak distribucije

B 1. Troškovi distribucije s minimalnim ličnim dohotkom uvećanim za 25% (to je bivša cijena koštanja distribucije, bez vrijednosti nabavljene električne energije)	Din	59,500.000
Dobitak	Din	8,500.000
Prodajna cijena distributivnog poduzeća bez vrijednosti nabavljene električne energije . .	Din	68,000.000

B 2. Individualni troškovi distribucije za 1 kilovatsat na prijenosnoj mreži:

$$\frac{\text{Din}}{\text{kWh}} = \frac{\text{Din } 59{,}500.000}{\text{kWh } 10{,}000.000} = \textbf{Din/kWh 5,95}$$

B 3. Prosječni troškovi distribucije na području Elektroprivredne zajednice za 1 kilovatsat na prijenosnoj mreži jesu:

$$\frac{\text{Suma troškova distribucije u Din}}{\text{Suma planiranih kWh nabave}}$$

U primjeru pretpostavljamo da iznose 4,22 Din/kWh.

B 4. Prosječni % gubitaka električne energije u distributivnoj mreži na području Elektroprivredne zajednice za količine kWh na mjestima prijenosa za distribuciju pretpostavljamo da iznosi

$$\frac{G_z \cdot 100}{\Sigma W} = 16{,}5\%$$

C. Realizacija

Planirana realizacija električne energije na području distributivnog poduzeća:

Potrošač a =	kWh 4,500.000	po	Din/kWh 28,0 =	Din 126,000.000
Potrošač b =	kWh 4,000.000	po	Din/kWh 11,0 =	Din 44,000.000
Ukupno:	kWh 8,500.000	po	Din/kWh 20,0 =	Din 170,000.000

Realizacija je ovdje izračunata na temelju propisanih jedinstvenih tarifnih stavova (jedinične cijene su uzete proizvoljno). To bi dakle bile cijene u smislu čl. 11. Zakona i prema ovim cijenama, distributivno poduzeće vrši obračun s Elektroprivrednom zajednicom svojeg područja.

D. Izračunavanje cijene električne energije na prijenosnoj mreži za distributivno poduzeće

D 1. Srednja cijena realizacije, kao ponder cijena utvrđenih saveznim propisima po grupama potrošača, dobije se po ovoj formuli:

$$c_{w_1} = \frac{\Sigma R}{W_1}$$

pri čemu je:

c_{w_1} = srednja cijena realizacije za količine električne energije na mjestima predaje,

ΣR = suma iznosa realizacije po cijenama utvrđenim saveznim propisima,

W_1 = količina električne energije na mjestima predaje distributivnog poduzeća,

$$c_{w_1} = \frac{\text{Din } 170{,}000.000}{\text{kWh } 8{,}500.000} = \textbf{Din/kWh 20,0}$$

D 2. Elektroprivredna zajednica odobrava distributivnom poduzeću, s kojim je zaključila ugovor o prodaji električne energije, na ime troškova distribucije 10% prosječnih troškova distribucije svih distributivnih poduzeća na području Elektroprvredne zajednice i 90% individualnih troškova distribucije tog poduzeća. To je dakle:

$$t_d = 0{,}1\ t_z + 0{,}9\ t_i,$$

pri čemu je:

t_d = troškovi distribucije za 1 kWh na mjestima prijenosa za distribuciju,

t_z = prosječni troškovi distribucije za 1 kWh na mjestima prijenosa za distribuciju, svih distributivnih poduzeća na području Elektroprivredne zajednice,

t_i = individualni troškovi distribucije za 1 kWh na mjestima prijenosa odnosnog distributivnog poduzeća.

S veličinama iz zadanog primjera t_d iznosi:

$$t_d = 0{,}1 \cdot 4{,}22 + 0{,}9 \cdot 5{,}95 = \text{Din/kWh } 5{,}777.$$

D 3. Gubici električne energije u distributivnoj mreži su također troškovi distribucije. Oni mogu biti vrijed-

nosno iskazani u strukturi cijene a mogu se obračunavati i posebno. Po svojem karakteru, gubici u mreži su kompleksni trošak. Srednja vrijednost svakog kilovatsata na mjestima predaje je c_{w_1}. Ako se i cijena za kWh gubitaka u mreži ugovori u visini c_{w_1} traži se iznos za koji treba povećati t_d. Taj se iznos dobije na temelju slijedeće formule:

$$x = c_{w_1} - c_w$$

pri čemu je:

x = dio troškova distribucije, koji se odnosi na gubitke električne energije u distributivnoj mreži,

c_w = srednja cijena realizacije za količine električne energije W,

W = količina električne energije za distribuciju na prijenosnoj mreži.

D 4. Traži se c_w:

$$c_w = c_{w_1} - \frac{c_{w_1} \cdot p_i}{100}; \quad \text{ili} \quad c_w = \frac{c_{w_1} \cdot 100}{100 + \frac{G_i \cdot 100}{W_1}}$$

pri čemu je:

p_i = individualni % gubitaka električne energije u distributivnoj mreži = G_i . 100/W.

G_i = količina kWh individualnih gubitaka u distributivnoj mreži.

S veličinama iz zadanog primjera c_w iznosi:

$$c_w = 20 - \frac{20 \cdot 15}{100} = 17; \quad \text{ili}$$

$$c_w = \frac{20 \cdot 100}{100 + \frac{1\,500\,000 \cdot 100}{8\,500\,000}} = 17;$$

D 5. Izračunavanje x:

$$x = c_{w_1} - c_w = 20 - 17 = 3 \quad \text{ili}$$

$$x = \frac{G_i \cdot c_{w_1}}{W} = \frac{1\,500\,000 \cdot 20}{10\,000\,000} = 3.$$

D 6. Cijena električne energije za dobavu distributivnom poduzeću t. j. c_{wd} se dobije tako, da srednju cijenu realizacije smanjimo za jedinične troškove uključivo s gubicima:

$$\boxed{c_{wd} = c_{w_1} - \left(0{,}1\, t_z + 0{,}9\, t_i + \frac{c_{w_1} \cdot G_i}{W}\right)} \qquad \text{(D6)}$$

S veličinama iz zadanog primjera to iznosi:

$$c_{wd} = 20 - \left(0{,}1 \cdot 4{,}22 + 0{,}9 \cdot 5{,}95 + \frac{20 \cdot 1\,500\,000}{10\,000\,000}\right)$$

c_{wd} = 20 — (5,777 + 3) = **Din/kWh 11,223** ili:

$c_{wd} = c_{w_1} - (t_d + x)$ = 20 — (5,777 + 3) = **Din/kWh 11,223**

Analiza rezultata po formuli (D6)

1. Realizacija po propisanim cijenama iznosi	Din 170,000.000
2. Distributivno poduzeće plaća Elektroprivrednoj zajednici za kupljenu električnu energiju na prijenosnoj mreži: . . . . kWh 10,000.000 x Din/kWh 11,223	Din 112,230.000
3. Ostaje distributivnom poduzeću:	Din 57,770.000
Od ostataka pod 3. otpada na:	
10% prosječnih troškova distribucije kWh 10,000.000 x Din/kWh 4,22	Din 4,220.000
90% individualnih troškova distribucije od Din 59,500.000 . . .	Din 53,550.000
Ukupno:	Din 57,770.000

D 7. Prikazani način obračuna pod *D6* važi za slučaj, kad Zajednica u cijelosti odobrava individualne gubitke električne energije u distributivnoj mreži. Međutim njih bi također trebalo odobravati u omjeru 10% prosječnih i 90% individualnih gubitaka u distributivnoj mreži. U tom slučaju x bi iznosio:

$$x = \frac{c_{w_1} \cdot \left(0{,}9\, G_i + \frac{0{,}1\, p_z W}{100}\right)}{W}$$

pri čemu je:

$$p_z = \frac{G_z \cdot 100}{\Sigma W}$$

G_z = ukupna planirana količina gubitaka električne energije u distribuciji na području Elektroprivredne zajednice,

ΣW = ukupna planirana količina električne energije za distribuciju na prijenosnoj mreži za područje Elektroprivredne zajednice.

Prema tome, cijena za električnu energiju, koja se prodaje distributivnim poduzećima na prijenosnoj mreži, izračunavala bi se po slijedećoj formuli:

$$c_{wd} = c_{w_1} - \left[0{,}1\, t_z + 0{,}9\, t_i + \frac{c_{w_1}\left(0{,}9\, G_i + \frac{0{,}1\, p_z W}{100}\right)}{W}\right]$$

S veličinama iz zadanog primjera c_{wd} iznosi:

$$c_{wd} = 20 - \left[0{,}1 \cdot 4{,}22 + 0{,}9 \cdot 5{,}95 + \frac{20\left(0{,}9 \cdot 1\,500\,000 + \frac{0{,}1 \cdot 16{,}5 \cdot 10\,000\,000}{100}\right)}{10\,000\,000}\right]$$

c_{wd} = 20 — (5,777 + 3,03) = **Din/kWh 11,193.**

Gornja formula se međutim može dalje razviti ovako:

$$c_{wd} = c_{w_1} - \left[0{,}1\, t_z + 0{,}9\, t_i + c_{w_1}\left(\frac{0{,}9\, G_i}{W} + \frac{p_z}{1000}\right)\right]$$

$$c_{wd} = c_{w_1} - c_{w_1}\frac{0{,}9\, G_i}{W} - c_{w_1}\frac{p_z}{1000} - (0{,}1\, t_z + 0{,}9\, t_i)$$

$$\boxed{c_{wd} = c_{w_1} \cdot \left(1 - \frac{0{,}9\, G_i}{W} - \frac{p_z}{1000}\right) - (0{,}1\, t_z + 0{,}9\, t_i)} \qquad \text{(D7)}$$

S veličinama iz zadanog primjera c_{wd} iznosi:

$$c_{wd} = 20 \cdot \left(1 - \frac{0{,}9 \cdot 1\,500\,000}{10\,000\,000} - \frac{16{,}5}{1\,000}\right) -$$

$$-(0{,}1 \cdot 4{,}22 + 0{,}9 \cdot 5{,}95)$$

$$c_{wd} = 20 \cdot 0{,}8485 - 5{,}777 = \textbf{Din/kWh 11,193.}$$

Ako je zadan individualni normirani % gubitaka električne energije u distributivnoj mreži $\frac{p_i}{100} = \frac{G_i}{W}$, onda se dio troškova distribucije, koji se odnosi na gubitke u distributivnoj mreži izračunava po slijedećoj formuli:

$$x = \frac{c_{w_1} \cdot \frac{(0{,}1\, p_z + 0{,}9\, p_i)\, W}{100}}{W}$$

a cijena električne energije za distributivno poduzeće na prijenosnoj mreži po ovoj formuli:

$$\boxed{c_{wd} = c_{w_1} \cdot \left(1 - \frac{p_z}{1000} - \frac{9\, p_i}{1000}\right) - (0{,}1\, t_z + 0{,}9\, t_i)} \qquad \text{(D7')}$$

S veličinama iz zadanog primjera c_{wd} iznosi:

$$c_{wd} = 20 \cdot \left(1 - \frac{16{,}5}{1\,000} - \frac{9 \cdot 15}{1\,000}\right) - 5{,}777$$

$$= 20 \cdot 0{,}8485 - 5{,}777$$

$$c_{wd} = 16{,}97 - 5{,}777 = \textbf{Din/kWh 11,193}$$

Analiza rezultata po formuli (D7)

1. Realizacija po propisanim cijenama iznosi	Din	170,000.000
2. Distributivno poduzeće plaća Elektroprivrednoj zajednici za kupljenu električnu energiju na prijenosnoj mreži: . . . . kWh 10,000.00 po Din/kWh 11,193	Din	111,930.000
3. Ostaje distributiv. poduzeću .	Din	58,070.000
Od ostatka pod 3. otpada na:		
10% prosječnih troškova distribucije kWh 10,000.000 po Din/kWh 0,422	Din	4,220.000
90% individualnih troškova distribucije od Din 59,500.000 . . .	Din	53,550.000
Razlika između viših prosječnih i nižih individualnih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži:		
$0{,}1\, p_z \cdot W \cdot c_{w_1} - 0{,}1\, p_i \cdot W \cdot c_{w_1}$		
0,165 . 10 000 000 . 20 = Din 3,300.000		
— 0,15 . 10 000 000 . 20 = Din 3,000.000	Din	300.000
Ostaje distributiv. poduzeću:	Din	58,070.000

D 8. Prikazano obračunavanje c_{wd} vršeno je samo s elementima plana. Kad se kod ostvarenja plana promijeni struktura potrošnje i količina električne energije na mjestima kupnje odnosno prodaje kao i % normiranih gubitaka u distributivnoj mreži, onda se mijenja i vrijednost c_{wd}. Za prikaz tih promjena pretpostavimo ovakovo ostvarenje plana:

Ostvarenje nabave i prodaje električne energije

Distributivno poduzeće je kupilo na prijenosnoj mreži	kWh	11,600.000
Ostvareni gubici u distributivnoj mreži	kWh	1,600.000
Ostvarena predaja potrošačima	kWh	10,000.000

Ostvarenje prihoda (realizacija električne energije)

Potrošač a = kWh 6,000.000 po Din/kWh 28,0 =	Din	168,000.000
Potrošač b = kWh 4,000.000 po Din/kWh 11,0 =	Din	44,000.000
Ukupno: kWh 10,000.000 po Din/kWh 21,2 =	Din	212,000.000

Srednja cijena realizacije c_{w_1} iznosi:

$$c_{w1} = \frac{\Sigma R}{W_1} = \frac{\text{Din } 212\,000\,000}{\text{kWh } 10\,000\,000} = \textbf{Din/kWh 21,2.}$$

Kod ostvarenja plana potrošnje, došlo je do povoljnog pomaka strukture pa je time povećana srednja cijena realizacije. Traži se c_{wd}:

$$c_{wd} = c_{w_1} \cdot \left(1 - \frac{p_z}{1\,000} - \frac{9\, p_i}{1\,000}\right) - (0{,}1\, t_z + 0{,}9\, t_i)$$

$$c_{wd} = c_{w_1} \cdot \left(1 - \frac{p_n}{100}\right) - t_d$$

pri čemu je: p_n = normirani procenat gubitaka u distributivnoj mreži za količine W

$$0{,}9 \,.\, 15 + 0{,}1 \,.\, 16{,}5 = 13{,}5 + 1{,}65 = 15{,}15.$$

S ostvarenim veličinama iz zadanog primjera:

$$c_{wd} = 21{,}2 \cdot \left(1 - \frac{15{,}15}{100}\right) - 5{,}777$$

$$c_{wd} = 21{,}2 \cdot 0{,}8485 - 5{,}777 = \textbf{Din/kWh 12,2112.}$$

Vrijednost »primarnih« troškova distribucije, koje priznaje Elektroprivredna zajednica t. j.

$$t_d = 0{,}1\, t_z + 0{,}9\, t_i$$

i koeficijent:

$$1 - \frac{p_n}{100}$$

kojim se na račun ugovorenih gubitaka u distributivnoj mreži, pri obračunu smanjuje ostvarena srednja cijena realizacije c_{w_1} su konstantni, pa se cijena električne energije za distribuciju na prijenosnoj mreži, može izračunati po formuli:

$$\boxed{c_{wd} = c_{w_1} \cdot \left(1 - \frac{p_n}{100}\right) - t_d} \qquad \text{(D 8)}$$

što u apsolutnom iznosu za kupljenu količinu W daje:

$$\boxed{C_{wd} = c_{wd} \cdot W} \qquad \text{(D8')}$$

Analiza rezultata po formuli (D8)

1. Realizirano je po propisanim cijenama	Din	212,000.000
2. Distributivno poduzeće plaća Elektroprivrednoj zajednici za kupljenu električnu energiju na prijenosnoj mreži: . . . . kWh 11,600.000 po Din/kWh 12,2112	Din	141,649.920
3. Ostaje distributivnom poduzeću:	Din	70,350.080
Od ostatka pod 3. otpada na:		
10% prosječnih troškova distribucije	Din	4,220.000
90% individualnih troškova distribucije od Din 59,500.000 . . .	Din	53,550.000
Razlika između normiranih i ostvarenih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži:		
Normirano: 0,1515 . 11 600 000 =	kWh	1,757.400
Ostvareno:	kWh	1,600.000
Din/kWh 21,2 za razliku od	kWh	157.400
=	Din	3,336.880
Dobitak na fiksnim troškovima za ostvarene količine preko plana:		
fiksni troškovi t_d = Din 5,777 . kWh 1,600.000 . . .	Din	9,243.200
Ukupno: . . .	Din	70,350.080

Formule (D7), odnosno (D8) daju t. zv. »kilovatsatnu cijenu« za električnu energiju, koja se na prijenosnoj mreži prodaje distributivnom poduzeću. Primjena kilovatsatne cijene čini dohodak distributivnog poduzeća zavisnim od količine prodaje električne energije. Ako distributivno poduzeće prebaci plan kupnje, zaradi po svakom preko plana preuzetom kWh dio cijene koji se odnosi na njegove fiksne troškove; ako kod neke predaje W_1 i realizacije R uštedi na gubicima, uštedi na troškovima za nabavljenu energiju zbog smanjene nabave. U protivnom slučaju ostvaruje gubitak bilo zbog nepodmirenog dijela fiksnih troškova, bilo zbog previsokih troškova za nabavljenu energiju.

Distributivno poduzeće treba materijalno zainteresirati za količine prodaje, jer su Elektroprivredna zajednica i njena udružena poduzeća također zainteresirani za obujam prodaje električne energije, radi velikog udjela fiksnih troškova u jedinici proizvodnje.

Prije Zakona o elektroprivrednim organizacijama, dobitak, koji je na fiksnim troškovima nastao kroz prekoplansku prodaju električne energije, akumulirao se je u Elektroprivrednoj zajednici pa se odgovarajući dio s raspodjelom ukupnog prihoda kod periodičnih obračuna, vraćao svim udruženim poduzećima. Budući da su sada distributivna poduzeća izdvojena iz Elektroprivrednih zajednica i ne mogu više sudjelovati u raspodjeli dobitka Elektroprivredne zajednice, to ima svog rezona, da se električna energija prodaje distributivnim poduzećima po kilovatsatnoj cijeni, kako se dio zarade ostvaren na fiksnim troškovima distribucije, ne bi akumulirao kod Elektroprivredne zajednice, već odmah kod odnosnih distributivnih poduzeća. Distributivno poduzeće dobiva na taj način svoj dio bivšeg kolektivnog dobitka, a Elektroprivredna zajednica je osigurana, da se i iza prijenosne mreže vodi računa o prekoplanskoj isporuci količina. Elektroprivrednoj zajednici ostaje dobitak povoljnije strukture izvora energije i konzuma. Osim toga, njoj ostaje i dobitak na fiksnim troškovima vlastite režije, zatim na fiksnim troškovima udruženih elektrana i prijenosa električne energije za eventualne prekoplanske količine prodaje. Treba međutim spomenuti, da će primjena kilovatsatne cijene za prodaju električne energije distributivnim poduzećima, dovoditi do suprotnih stajališta kod ugovaranja količina za distribuciju.

D 9. Ako Elektroprivredna zajednica ugovori s distributivnim poduzećem fiksni iznos troškova distribucije, onda će se financijski rezultati fiksnih troškova kod prebačenja odnosno podbačenja količinskog plana akumulirati kod Elektroprivredne zajednice. U tom slučaju c_{wd} bi se za elemente ostvarenja prema (D 8), izračunavao po slijedećoj formuli

$$c_{wd} = c_{w_1} \cdot W \cdot \left(1 - \frac{p_n}{100}\right) - t_d \cdot W_{pl} \qquad \text{(D9)}$$

pri čemu je

W_{pl} = planirana količina električne energije na mjestima prijenosa za distribuciju.

C_{wd} = 21,2 . 11 600 000 . 0,8485 — 5,777 . 10 000 000

C_{wd} = 208,663.120 — 57,770.000 = 150,893.120.

Prema formuli (D8), distributivno poduzeće je po kilovatsatnoj cijeni trebalo za električnu energiju nabavljenu na prijenosnoj mreži platiti Din 141,649.920. Prema (D9) distributivno poduzeće je u razmatranom primjeru platilo više za Din 9,243.200 tj. za ostvareni dobitak na fiksnim troškovima uslijed prebačenja količinskog plana. Prema ovoj soluciji, distributivnom poduzeću se ostavljaju samo nadplanski dobici kod sniženja gubitaka električne energije u distributivnoj mreži i kod sniženja troškova distribucije (pored viška ili manjka na realizaciji za onaj dio povišenja propisanih cijena, koji distributivnom poduzeću služi za pokriće dijela troškova distribucije i dohotka). Analiza rezultata po formuli (D 9) nije potrebna, jer poslužiti mogu i elementi iz analize rezultata po formuli (D 8). Nakon namirenja nabavljene električne energije na prijenosnoj mreži kod (D 9) distributivnom poduzeću ostaje samo 61,106.880 dinara od iznosa realizacije. Kod (D 8) distributivnom poduzeću je ostalo 70,350.080. Razlika odgovara nadplanskom dobitku na fiksnim troškovima distribucije za prekoplanski volumen kupnje električne energije na prijenosnoj mreži.

D 10. Ako bi Elektroprivredna zajednica ugovorila s distributivnim poduzećem jedinstvenu cijenu za gubitke električne energije u distributivnoj mreži, na pr. srednju cijenu realizacije Elektroprivredne zajednice sa svrhom, da sva distributivna poduzeća budu jednako stimulirana za uštedu gubitaka, onda bi se cijena električne energije za distribuciju na prijenosnoj mreži, izračunavala po ovoj formuli:

$$c_{wd} = c_{w_1} \left(1 - \frac{p_n}{100}\right) - t_d + \frac{y \cdot G_r}{W} \qquad \text{(D10)}$$

pri čemu je:

$y = c_{w_1} - c_{w_1 z}$,

$c_{w_1 z}$ = srednja cijena realizacije za područje Elektroprivredne zajednice,

G_r = razlika između normiranih i ostvarenih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži, izražena u kWh.

Izrazom $y \cdot \frac{G_r}{W}$ korigira se veličina c_{wd} za razliku između normirane i ostvarene količine gubitaka električne energije u distributivnoj mreži, valorizirane sa y dinara za jedinicu električne energije W. Ako se radi o poduzeću, čija individualna srednja cijena realizacije c_{w1} je viša od srednje cijene realizacije za područje Elektroprivredne zajednice $c_{w_1 z}$ onda se u slučaju ušteda na gubicima električne energije u distributivnoj mreži c_{wd} povećava za $y \cdot \frac{G_r}{W}$. U slučaju prekoračenja normiranih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži c_{wd} se smanjuje za $y \cdot \frac{G_r}{W}$. U cijeni c_{wd} sadržana je vrijednost gubitaka u distributivnoj mreži po individualnoj srednjoj cijeni realizacije. Ovu cijenu treba zbog toga korigirati tako, da se razlike između normiranih i ostvarenih gubitaka u mreži obračunavaju svim distributivnim poduzećima po istoj srednjoj cijeni realizacije Elektroprivredne zajednice $c_{w_1 z}$

Korigirana c_{wd} je dakle:

$$\boxed{c_{wdk} = c_{wd} + y \cdot \frac{G_r}{W}} \qquad \text{(D 10')}$$

Primjena srednje cijene realizacije Elektroprivredne zajednice za gubitke električne energije u distributivnoj mreži prikazat će se u nekoliko slučajeva.

a) Distributivno poduzeće ima višu c_{w_1} od $c_{w_1 z}$ i ostvaruje uštede na gubicima električne energije u distributivnoj mreži.

S elementima iz zadanog primjera (D 8), korigirana c_{wd} će iznositi:

$$c_{wd} = c_{w_1}\left(1 - \frac{p_n}{100}\right) - t_d = \textbf{Din/kWh 12,2112}$$

$y = c_{w_1} - c_{w_1 z}$; $c_{w_1 z}$ neka bude Din/kWh 15,0;

$y = 21{,}2 - 15{,}0 =$ **Din/kWh 6,2**

G_r = kWh normiranih 1 757 400 — kWh ostvarenih 1 600 000 = **157 400**

W = kWh 11 600 000

Budući da je kod ovog slučaja (ušteda gubitaka električne energije u distributivnoj mreži kod individualne srednje cijene realizacije veće od $c_{w_1 z}$) korekcioni član (D 10) pozitivan, to će se veličina c_{wd} i vrijednost $y \cdot \frac{G_r}{W}$ sumirati. Time će se povisiti cijena električne energije za distribuciju na prijenosnoj mreži za odgovarajući dio razlike između c_{w_1} i $c_{w_1 z}$

$$c_{wdk} = 12{,}2112 + 6{,}2 \cdot \frac{157\,400}{11\,600\,000}$$

$$c_{wdk} = 12{,}2112 + 0{,}0841276 = \textbf{Din/kWh 12,2953276.}$$

Izvedena formula za korigiranu c_{wd} može se pisati i u ovom obliku:

$$\boxed{c_{wdk} = c_{wd} + (c_{w_1} - c_{w_1 z}) \cdot \left(\frac{p_n}{100} - \frac{G_o}{W}\right)} \qquad \text{(D10'')}$$

pri čemu je:

G_o = količina ostvarenih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži

$$c_{wdk} = 12{,}2112 + 6{,}2 \cdot \left(\frac{15{,}15}{100} - \frac{1\,600\,000}{11\,600\,000}\right)$$

$$c_{wdk} = 12{,}2112 + 6{,}2 \,.\, (0{,}1515 - 0{,}137931)$$

$$c_{wdk} = 12{,}2112 + 0{,}0841276 = \textbf{Din/kWh 12,2953276}$$

Analiza rezultata po formuli (D10) za slučaj a):

1. Realizirano je po propisanim cijenama	Din	212,000.000
2. Distributivno poduzeće plaća Elektroprivrednoj zajednici za kupljenu električnu energiju na prijenosnoj mreži: kWh 11,600.000 po Din/kWh . . . . . 12,2953276 =	Din	142,625.800
3. Ostaje distributivnom poduzeću:	Din	69,374.200
Od ostatka pod 3. otapada na:		
t_d = troškove distribucije . .	Din	57,770.000
Razlika između normiranih i ostvarenih gubitaka u distributivnoj mreži:		
Normirano: 0,1515 . 11 600 000 = ... kWh 1,757.400		
Ostvareno: . . kWh 1,600.000		
$c_{w_1 z}$ = Din/kWh 15,0		
za razliku od . kWh 157.400	Din	2,361.000
Dobitak na fiksnim troškovima za ostvarenu kupnju električne energije preko plana:		
ostvareno kWh 11,600.000		
planirano kWh 10,000.000		
fiksni troškovi t_d = Din/kWh 5,777 . kWh 1,600.000	Din	9,243.200
Ukupno: . . .	Din	69,374.200

b) Distributivno poduzeće ima višu c_{w_1} od $c_{w_1 z}$ i prekoračuje normirane gubitke električne energije u distributivnoj mreži.

Elementi: c_{w_1} i $c_{w_1 z}$ ostaju iste samo se ostvarenje količinskog plana mijenja:

Distributivno poduzeće je kupilo na prijenosnoj mreži	kWh	11,600.000
Ostvareni gubici u distributivnoj mreži	kWh	1,914.800
Ostvarena predaja potrošačima .	kWh	9,685.200

Za ovaj slučaj c_{wdk} iznosi:

$$c_{wdk} = 12{,}2112 + (21{,}2 - 15) \cdot \left(\frac{15{,}15}{100} - \frac{1\,914\,800}{11\,600\,000}\right)$$

$$c_{wdk} = 12{,}2112 + 6{,}2 \,.\, (0{,}1515 - 0{,}1650689)$$

$$c_{wdk} = 12{,}2112 + 6{,}2 \,.\, (-\,0{,}0135689)$$

$$c_{wdk} = 12{,}2112 - 0{,}084127 = \textbf{Din/kWh 12,127073}$$

Budući da je u ovom slučaju (kad distributivno poduzeće prekorači normirane gubitke električne energije u distributivnoj mreži kod c_{w_1} većeg od c_{w_1z}) korekcioni član negativan, to se veličina c_{wd} umanjuje za negativni $y \cdot \frac{G_r}{W}$.

Analiza rezultata po formuli (D10) za slučaj b.):

1. Realizirano je po propisanim cijenama:
   kWh 9,685.200 po Din/kWh 21,2 = Din 205,326.240
2. Distributivno poduzeće plaća Elektroprivrednoj zajednici za električnu energiju na prijenosnoj mreži: . . . . . .
   kWh 11,600.000 po Din/kWh 12,127073 Din 140,674.040
3. Ostaje distributivnom poduzeću: . Din 64,652.200

Od ostatka pod 3. otpada na:
t_d = troškove distribucije . . Din 57,770.000
Dobitak na fiksnim troškovima distribucije za ostvarenu kupnju električne energije preko plana:
fiksni troškovi t_d =
Din/kWh 5,777 . kWh 1,600.000 . Din 9,243.200
Ukupno: . . . Din 67,013.200

Razlika između normiranih i ostvarenih gubitaka mreže:

Normirano:
0,1515 . 11 600 000 = kWh 1,757.400
Ostvareno: . . . kWh 1,914.800
c_{w_1z} = Din/kWh 15
za razliku od kWh 157.400 Din 2,361.000
Ostatak pod 3. . . Din 64,652.200

c) Distributivno poduzeće ima nižu c_{w_1} od c_{w_1z}, koja neka iznosi Din/kWh 27,4 i prekoračuje normirane gubitke električne energije u distributivnoj mreži. Ostvarenje količinskog plana je, kako slijedi:
Distributivno poduzeće je kupilo na prijenosnoj mreži . . . . kWh 12,000.000
Ostvareni gubici u distributivnoj mreži . . . . . kWh 2,000.000
Ostvarena predaja potrošačima: kWh 10,000.000

$$c_{wdk} = 12{,}2112 + (21{,}2 - 27{,}4) \cdot \left(0{,}1515 - \frac{2\,000\,000}{12\,000\,000}\right)$$

$$c_{wdk} = 12{,}2112 - 6{,}2 \,.\, (0{,}1515 - 0{,}166667)$$

$$c_{wdk} = 12{,}2112 - 6{,}2 \,.\, (-\,0{,}015167)$$

$$c_{wdk} = 12{,}2112 + 0{,}094035 = \textbf{Din/kWh 12 305235}$$

Analiza rezultata po formuli (D10) za slučaj c.):

1. Realizirano je po propisanim cijenama . . . . . Din 212,000.000
2. Distributivno poduzeće plaća Elektroprivrednoj zajednici za kupljenu električnu energiju na prijenosnoj mreži:
   kWh 12,000.000 po Din/kWh . . . . . 12,305235 = Din 147,662.800
3. Ostaje distributivnom poduzeću: Din 64,337.200

Od ostatka pod 3. otpada na:
t_d = distributivni troškovi . . Din 57,770.000
Dobitak na fiksnim troškovima distribucije za ostvarenu kupnju električne energije preko plana:
Ostvareno kWh 12,000.000
Planirano kWh 10,000.000
Fiksni troškovi
t_d = 5,777 . kWh 2,000.000 = Din 11,554.000
Ukupno: . . . Din 69,324.000

Razlika između ostvarenih i normiranih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži:
Normirano:
0,1515 kWh 12,000.000
= kWh 1,818.000
Ostvareno: . . . kWh 2,000.000
c_{w_1z} = Din/kWh 27,4
za razliku od . kWh 182.000 Din 4,986.800
Ostatak za distributivno poduzeće: Din 64,337.200

D 11. Ako Elektroprivredna zajednica ugovori s distributivnim poduzećem fiksni iznos troškova distribucije i jedinstvenu cijenu za gubitke električne energije u distributivnoj mreži, onda bi se cijena električne energije za distribuciju na prijenosnoj mreži, mogla izračunati po slijedećoj formuli:

$$\boxed{C_{wdk} = C_{wd} + (c_{w_1} - c_{w_1z}) \cdot \left(\frac{p_n}{100} - \frac{G_o}{W}\right) \cdot W} \qquad \text{(D11)}$$

gdje C_{wd} treba odrediti na način izložen u (D 9).
S ostvarenim elementima iz (D 9) i sa c_{w_1z} = Din 15,0, C_{wdk} će iznositi:

$$C_{wdk} = \text{Din } 150\,893\,120 + 6{,}2 \left(\frac{15{,}15}{100} - \frac{1\,600\,000}{11\,600\,000}\right) \cdot 11\,600\,000$$

$$C_{wdk} = \text{Din } 150\,893\,120 + 0{,}0841276 \cdot \text{kWh } 11\,600\,000$$

$$C_{wdk} = 150\,893\,120 + 975\,880 = \textbf{Din 151,869.000.}$$

Analiza rezultata za (D11)

Za električnu energiju nabavljenu od elektroprivredne zajednice na prijenosnoj mreži, distributivno poduzeće treba platiti Din 151,869.000, odnosno za Din 975.880 više nego u slučaju (D 9). Na temelju zadanih pretpostavaka u (D 9) distributivno poduzeće je uštedilo na gubicima u distributivnoj mreži kWh 157.400. Budući da se u (D 11) odstupanja od normiranih gubitaka u

mreži obračunavaju po $c_{w_1 z}$ = Din 15,0 i budući da je c_{w_1} = Din 21,2, to je cijena za električnu energiju na prijenosnoj mreži korigirana za *ušteđene gubitke u mreži kWh 157.400 po Din/kWh 6,2 = Din 975.880.*

Ušteđeni odnosno prekoračeni gubici električne energije u distributivnoj mreži, mogli bi se obračunavati i po cijeni, koja je nešto niža od $c_{w\ z}$. Ako bi se na pr. ova cijena smanjila za 20%, onda bi se obračun vršio po ovoj formuli:

$$c_{wdk} = c_{wd} + (c_{w_1} - 0{,}8\, c_{w_1 z}) \left(\frac{p_n}{100} - \frac{G_o}{W}\right)$$

Za elemente iz (D 10a) c_{wdk} bi iznosila:

$$c_{wdk} = 12{,}2112 + (21{,}2 - 0{,}8 \cdot 15) \left(\frac{15{,}15}{100} - \frac{1\,600\,000}{11\,600\,000}\right)$$

$$c_{wdk} = 12{,}2112 + 9{,}2\,(0{,}1515 - 0{,}137931)$$

$$c_{wdk} = 12{,}2112 + 0{,}1248348 = \textbf{Din/kWh 12,3360348.}$$

U usporedbi s cijenom iz (D 10a) razlika iznosi + Din/kWh 0,0407072 pa za količinu od MWh 11,600 distributivno poduzeće bi platilo više za Din 472.200 a to je upravo razlika, koja nastaje radi obračuna ušteđenih gubitaka u distribuciji po nižoj cijeni t. j. po cijeni od: 0,8 $c_{w_1 z}$

kWh 157.400 po $c_{w_1 z}$ t. j. po Din/kWh 15,0 =	Din 2,361.000
kWh 157.400 po 0,8 $c_{w_1 z}$ t. j. po Din/kWh 12,0 =	Din 1,888.800
kWh 157.400 za razliku od Din/kWh 3,0 =	Din 472.200

Ugovori između Elektroprivredne zajednice i distributivnih poduzeća, mogli bi se sklapati bilo jedinstveno sa svim distributivnim poduzećima, bilo pod različitim uvjetima za pojedino distributivno poduzeće. Treba postojati sloboda ugovaranja utoliko što bi se slobodno mogli odabrati uvjeti između onih, koji u odnosima Elektroprivredne zajednice i distributivnog poduzeća mogu doći u obzir. Troškovi distribucije mogli bi se ugovarati u fiksnom iznosu ili po kilovatsatu a mogli bi i po dvojnoj cijeni. Na pr. 90% individualnih troškova distribucije moglo bi se ugovoriti u fiksnom iznosu, a 10% prosječnih troškova distribucije po kilovatsatu. Cijena za gubitke električne energije u distributivnoj mreži mogla bi se ugovoriti kao individualna ili kao prosječna jedinstvena cijena. Ona bi mogla biti prosta kilovatsatna cijena, a mogla bi biti i dvojna cijena s fiksnim i promjenljivim dijelom. Osim toga, to bi mogla biti i cijena zavisna od ostvarenih količina W odnosno W_1. Obračun je najjednostavniji s prostom kilovatsatnom cijenom, a okolnosti koje govore u prilog jednog ili drugog oblika cijene za gubitke električne energije u distributivnj mreži su promjenljive tako da se rizici u Elektroprivrednoj zajednici i distributivnom poduzeću, više ili manje obostrano pokrivaju. Okolnosti koje povoljno utječu na financijski rezultat izmjenjuju se s onima, koje na nj nepovoljno utječu.

Na ovom mjestu je obrađeno nekoliko načina za formiranje cijene električne energije za distribuciju na prijenosnoj mreži. Iz datih formula mogu se izvesti i neke druge, već prema uvjetima na temelju kojih bi se sklopio ugovor.

POKRIĆE DOHOTKA DISTRIBUTIVNIH PODUZEĆA

Minimalni lični dohoci distributivnih poduzeća, uvećani za 25%, sadržani su u troškovima distribucije. Minimalni lični dohoci u smislu propisa za godinu 1958. predstavljaju 80% od iznosa plaća po tarifnim pravilnicima poduzeća, uvećani za 25%, daju u stvari puni iznos plaća po tarifnom pravilniku. Od ovog dohotka, Elektroprivredna zajednica priznaje 90% individualnih i 10% prosječnih dohodaka. Pojedinom distributivnom poduzeću, Elektroprivredna zajednica priznaje, dakle, više ili manje, već prema tome, kako se individualni troškovi distribucije odnose spram prosječnih troškova.

Povrh minimalnih ličnih dohodaka, uvećanih za 25% t. j. povrh iznosa plaća radnika, distributivnom poduzeću treba još sredstava i za financiranja onih izdataka, koji su se namirivali iz dobitka. Prema članu 34. Zakona o elektroprivrednim organizacijama, distributivno poduzeće može povisiti propisanu cijenu pojedinoj grupi potrošača za dio troškova distribucije i za određeni dohodak. Povišenje cijene za dio troškova distribucije dolazi u obzir kod onih distributivnih poduzeća, čiji su individualni troškovi veći od prosječnih.

Mjerila i način za utvrđivanje visine onog dijela dohodka za koji distributivno poduzeće može povisiti propisanu cijenu, utvrđuje Savezno izvršno vijeće na prijedlog Zajednice jugoslavenske elektroprivrede.

Pretpostavimo ovdje, da taj dio dohotka odgovara prijašnjem dobitku, odnosno razlici između prodajne cijene i troškova distribucije uvećanih za 125% minimalnih ličnih dohodaka.

Prema zadanom primjeru s elemetima iz (B 1), dobitak iznosi Din 8,500.000. Osim toga ovo distributivno poduzeće ima negativnu razliku između troškova $t_d \cdot W_{plan}$ i svojih individualnih troškova. Ova razlika iznosi Din 1,430.000 kod primjene p_n = 15,15%. Za ove iznose t. j. za Din 8,500.000 + Din 1,430.000 = Din 9,930.000 treba povisiti propisane cijene i to u jednakom iznosu po kilovatsatu za sve grupe potrošača u distributivnoj mreži. Povišenje pojedinih cijena iznosit će:

$$\frac{D + T}{W_{1plan}} = \frac{8\,500\,000 + 1\,430\,000}{\text{kWh } 8\,500\,000} = \textbf{Din/kWh 1,168235.}$$

Plan realizacije distributivnog poduzeća treba dakle proširiti i za realizaciju dobitka D i za razliku na troškovima T, kako slijedi:

	Količina	Po Saveznoj tarifi	Povećanje zbog $D + T$
Potrošač a	kWh 4,500.000	po Din 28 = Din 126,000.000	+ Din 1,168235 = Din 5,257.060
Potrošač b	kWh 4,000.000	po Din 11 = Din 44,000.000	+ Din 1,168235 = Din 4,672.940
	kWh 8,500.000	po Din 20 = Din 170,000.000	+ Din 1,168235 = Din 9,930.000

Kao što je iz gornjeg proračuna realizacije vidljivo, odvojeno treba iskazivati propisane cijene od dodatnog povišenja cijena, kako bi uvijek bilo moguće utvrditi: c_{w_1} odnosno iznos realizacije, koji služi za ustanovljenje cijene električne energije na prijenosnoj mreži za distribuciju.

Dodatno povišenje propisanih cijena za pokriće dijela troškova distribucije i dohodka, prisiljava distributivno poduzeće, da se brine o ostvarenju planiranih količina prodaje, jer se u protivnom slučaju ne bi mogao realizirati puni iznos razlike na troškovima distribucije i puni iznos odgovarajućeg dohodka. Za svaki kilovatsat prekoplanske prodaje, distributivno poduzeće će povećati svoj dohodak za iznos dodatnog povišenja propisanih cijena.

Iznos dodatnog povišenja cijena u gornjem prikazu uzet je s 6 decimala iz razloga, što se htjelo doći do točnih brojeva. U praksi to ne dolazi u obzir. Povišenje cijena moći će se zaračunavati potrošačima zaokruženo do maksimalno dvije decimale. Tako bi za elemente iz ovog primjera, povišenje moglo iznositi u zaokruženom iznosu Din/kWh 1,17 uslijed čega bi se povećala realizacija u planu za Din 15.000. Kod većih distributivnih poduzeća s razgranatim intenzivnim konzumom, razlike uslijed zaokruženja cijena mogu biti jako velike. Na temelju ostvarenja plana iz (D 8) zadanog primjera, distributivno poduzeće je prodalo kWh 10,000.000 t. j. kWh 1,500.000 preko plana pa je zaradilo preko plana još i Din/kWh 1,17 za svaki prekoplanski kilovatsat prodaje ili ukupno Din 1,755.000.

Pored ovog povišenja cijena, Općinski narodni odbor može za proširenje svoje distributivne mreže povisiti propisane cijene komunalnim velepotrošačima i potrošačima na malo. Ovo povišenje propisanih cijena, prema članu 12. citiranog zakona, mora se također odvojeno iskazivati u obračunima realizacije, jer ovako prikupljena financijska sredstva pripadaju investicionom fondu općina.

POLOŽAJ DISTRIBUTIVNIH PODUZEĆA NA PODRUČJU ELEKTROPRIVREDNE ZAJEDNICE HRVATSKE

Visina troškova distribucije zavisi uglavnom od kvalitete i strukture električne mreže i od organizacije poduzeća, naročito od organizacije prodajne službe. Međutim na visinu jediničnih troškova distribucije, pretežni utjecaj ima intenzitet potroška električne energije. Distributivno poduzeće može imati jeftinu električnu mrežu i ekonomično uzdržavanje te mreže, najracionalniju uzornu organizaciju te minimalne troškove prodaje po jednom potrošaču, ali kod slabog intenziteta potroška električne energije, imat će visoke jedinične troškove distribucije. Uzrok tome su fiksni troškovi. Velik dio fiksnih troškova otpada na troškove zavisne od vrijednosti osnovnih sredstava.

U razvoju osnovnih sredstava elektroprivrede kao tehnološke cjeline, najslabije su se razvijala i proširivala osnovna sredstva distributivnih poduzeća. Nesrazmjerni razvoj tokom zadnjih godina, bio je na području

Pokazatelji organskog sastava distribucije — Tabela 1

Tekući broj	Distribucija	Duljina vodova u km	Instalirana snaga trafostanica MVA	Nabavna vrijednost osnovnih sredstava Din 10^6/km	Količina prodaje GWh	Broj potrošača u 000	Intenzitet potroška elek. energ. MWh/km	„t_i" Din/kWh za količine W	Indeksi: intenziteta potroška	Indeksi: „t_i"
1	Zagreb	2 257	180,0	2,84	218,4	122,0	97	3,59	194	85
2	Bjelovar	738	10,0	0,85	6,2	11,0	8	9,72	16	230
3	Varaždin	1.069	34,0	1,20	34,4	18,0	32	3,98	64	94
4	Križ	1.044	18,0	1,19	13,5	16,8	13	8,32	26	197
5	Karlovac	1.069	65,0	1,39	22,9	18,5	21	5,88	42	139
6	Sisak	465	13,0	1,93	22,1	7,0	48	3,82	96	91
7	Zabok	621	21,0	1,08	16,8	6,4	27	5,10	54	121
8	Koprivnica	603	6,0	0,99	7,6	8,5	13	7,89	26	187
9	Rijeka	708	60,7	3,32	66'9	36,5	95	4,35	190	103
10	Skrad	494	10,9	1,03	4,8	6,5	10	10,11	20	240
11	Crikvenica	238	2,5	1,17	4,0	4,7	17	7,79	34	185
12	Pula	1.617	29,0	1,72	97,4	29,5	60	2,68	120	64
13	Buje	295	6,7	1,17	4,5	4,0	15	8,48	30	201
14	Gospić	135	7,9	4,67	2,2	2,4	17	17,85	34	424
15	Zadar	320	8,5	2,05	13,9	8,5	44	5,59	88	133
16	Šibenik	207	9,3	2,60	17,4	8,0	84	4,63	168	110
17	Split	892	86,3	2,83	119,0	36,5	134	2,75	268	65
18	Knin	175	4,0	0,89	3,2	2,1	18	5,33	36	126
19	Dubrovnik	100	4,5	1,85	10,2	6,2	102	4,17	204	99
20	Osijek	928	56.5	1,72	25,8	26,0	28	7,12	56	169
21	Vinkovci	123	2,6	1,98	4,2	5,8	34	8,09	68	192
22	Vukovar	134	3,4	1,34	2,3	5,1	17	11,20	34	266
23	Županja	128	2,4	0,98	2,0	3.5	16	9,24	32	219
24	Đakovo	63	1,3	2,06	1,5	2,5	24	10,78	48	255
25	Sl. Brod	81	3,1	1,79	4,0	5,4	49	5,65	98	134
26	Našice	38	0,5	2,58	2,4	2,2	63	5,78	126	137
27	Sl. Požega	95	1,8	1,16	1,5	3,5	16	11,40	32	270
	Bistribucija Hrvatske	14.637	648,9	1,83	729,1	407,2	50	4,22	50 = 100	4,22 = 100

P r i m j e d b a: Svi elementi za ovu tabelu uzeti su iz plana za godinu 1957. t_i = individualni troškovi distribucije za 1 kWh na mjestu prijenosa.

osnovnih sredstava proizvodnje i prijenosa električne energije. Porast investicija u zadnje tri godine na području FNRJ pokazuju indeksi[1]:

	1955	1956	1957
Elektrane:	100	123	164
Vodovi:			
visokog napona	100	150	188
srednjeg napona	100	116	121
niskog napona	100	105	111

Distributivna mreža zaostaje za razvojem proizvodnih i prijenosnih postrojenja. Radi toga na mnogim mjestima distributivna mreža predstavlja usko grlo proizvodnje. Na porast nivoa vlastite cijene prodaje za električnu energiju na području FNRJ, utječu dodatni tereti u troškovima proširenih postrojenja proizvodnje i prijenosa električne energije.

Pokazatelji organskog sastava distribucije, dati su u tabeli broj 1. Svi naturalni i vrijednosni elementi uzeti su iz plana za 1957. godinu.

Intenzitet potroška električne energije, izražen je kvocijentom $\frac{W_1}{km}$. Indeksi intenziteta potroška za pojedinu distribuciju, dobiveni su iz odnosa s prosječnim intenzitetom potroška na području Hrvatske. Indeksi individualnih troškova distribucije, dobiveni su iz odnosa s prosječnim troškovima distribucije. Iz usporedbe ovih dvaju indeksa proizlazi, da na visinu jediničnih troškova distribucije uglavnom utječe intenzitet potroška električne energije. Distribucije s visokim indeksom intenziteta potroška, imaju u pravilu niski indeks troškova dstribucije i obrnuto.

Eklatantni primjeri visokog intenziteta potroška električne energije i niskih jediničnih troškova distribucije su gradovi: Zagreb, Rijeka, Pula, Šibenik, Split i Dubrovnik, a niskog intenziteta potroška i visokih jediničnih troškova distribucije su mjesta: Bjelovar, Križ, Koprivnica, Skrad, Gospić, Županja, Sl. Požega i drugi.

Pretežni dio troškova distribucije u apsolutnom iznosu zavisi od vrijednosti osnovnih sredstava. U tabeli broj 1 izračunata je nabavna vrijednost osnovnih sredstava pojedinog distributivnog poduzeća za 1 kilometar njegove električne mreže. Vrijedniju mrežu imaju u pravilu gradovi kao Zagreb, Rijeka, Šibenik i Split. Međutim ova okolnost uopće ne utječe na njihove jedinične troškove, jer su to gradovi s visokim intenzitetom potroška električne energije.

Eklatantan primjer je Gospić, koji ima skupu mrežu i niski intenzitet potroška električne energije pa mu je radi toga, indeks individualnih troškova distribucije veoma visok.

Na intenzitet potroška utječu velepotrošači, a to je pretežno industrija. Distribucija koja pretežno snabdijeva industriju, imat će niske jedinične troškove.

[1] Problemi cijena električne energije — Daniel Feöcze — Elektroprivreda 1/1957.

Proračuni cijena električne energije za distribuciju na prijenosnoj mreži — Tabela 2

Tekući broj	Distribucija	c_{w_1}	$c_{w_1} \cdot \left(1 - \frac{p_n}{100}\right)$	t_i (T_i/W)	t_d	$t_d - t_i$	$t_i - t_d$	$c_{wd} = c_{w_1} \cdot \left(1 - \frac{p_n}{100}\right) - t_d$
1	Zagreb	12,139	10,191	3,59	3,655	0,065	—	6,536
2	Bjelovar	14,888	11,561	9,72	9,17	—	0,55	2,391
3	Varaždin	14,424	12,369	3,98	4,004	0,024	—	8,365
4	Križ	15,520	11,772	8,32	7,91	—	0,41	3,862
5	Karlovac	17,864	13,389	5,88	5,714	—	0,166	7,675
6	Sisak	16,686	13,708	3,82	3,86	0,04	—	9,848
7	Zabok	15,143	12,167	5,10	5,012	—	0,088	7,155
8	Koprivnica	13,078	10,173	7,89	7,523	—	0,367	2,650
9	Rijeka	12,61	10,439	4,35	4,337	—	0.013	6,102
10	Skrad	15,85	11,937	10,11	9,521	—	0,589	2,416
11	Crikvenica	12,96	10,087	7,79	7,433	—	0,357	2,654
12	Pula	12,36	10,71	2,68	2,834	0,154	—	7,876
13	Buje	10,76	9,121	8,48	8,054	—	0,426	1,067
14	Gospić	15,432	13,205	17.85	16,487	—	1,363	3,282
15	Zadar	9,034	7,259	5,59	5,453	—	0,137	1,806
16	Šibenik	8,99	7,87	4,63	4,589	—	0,041	3,281
17	Split	9,798	8,315	2,75	2,897	0,147	—	5,418
18	Knin	12,074	10,190	5,33	5,219	—	0,111	4,971
19	Dubrovnik	9,665	7,905	4,17	4,175	0,005	—	3,730
20	Osijek	14,72	12,424	7,12	6,83	—	0,29	5,594
21	Vinkovci	16,17	13,72	8,09	7,703	—	0,387	6,017
22	Vukovar	17,78	13,816	11,20	10,502	—	0,698	3,314
23	Županja	15,46	13,396	9,24	8,738	—	0,502	4,658
24	Đakovo	16,85	13,84	10,78	10,124	—	0,656	3,716
25	Sl. Brod	16,13	12,235	5,65	5,507	—	0,143	6,728
26	Našice	14,77	13,197	5,78	5,624	—	0,156	7,573
27	Sl. Požega	17,22	13,836	11,40	10,682	—	0,718	3,154
	Distribucija Hrvatske	12,475	10,417	4,22	—	—	—	6,197

Primjedba: Svi elementi za ovu tabelu uzeti su iz plana za godinu 1957.

Legenda c_{w_1} = srednja cijena realizacije; p_n normirani postotak gubitaka (90% individualnog + 10% prosječnog; t_i = individualni troškovi distribucije za 1 kWh na mjestu prijenosa; T_i = planirani iznos individualnih troškova distribucije; W = planirana nabava energije; t_d = troškovi distribucije za 1 kWh na mjestu prijenosa (90% individualnih + 10% prosječnih); c_{wd} = cijena električne energije za distributivno poduzeće na mjestu prijenosa.

Uzmimo na primjer grad Pulu. Ukupna količina prodaje iznosi MWh 97.392. Od te količine samo jedan potrošač: Rudnik Raša, troši MWh 54.000. Ovaj potrošač se nalazi između gradova Rijeke i Pule. Da je kojim sticajem okolnosti Rudnik Raša pripojen distributivnom poduzeću Elektroprimorje Rijeka, onda bi se troškovna i financijska situacija distributivnih poduzeća Pule i Rijeke potpuno izmijenila. Intenzitet potroška distributivnog poduzeća Pula bi spao od 60 na 27, a individualni troškovi distribucije bi porasli od Din/kWh 2,68 na Din/kWh 6,03, dok bi intenzitet potroška distributivnog poduzeća Elektroprimorje Rijeka porasao od 95 čak na 171, a individualni troškovi distribucije bi se snizili od Din/kWh 4,35 na Din/kWh 2,46.

Na tabeli broj 2, izveden je proračun cijena električne energije na prijenosnoj mreži za distributivna poduzeća. Iz elemenata ove tabele proizlazi, da gradovi s visokim intenzitetom potroška, a kroz to i niskim troškovima distribucije, plaćaju električnu energiju po višim cijenama, jer industrijski potrošači kod tih poduzeća stvaraju povoljnu strukturu konzuma a ova daje višu srednju cijenu realizacije. Nižu cijenu za električnu energiju plaćaju distributivna poduzeća s niskim intenzitetom potroška i višim troškovima distribucije, jer od niže srednje cijene realizacije, ostaje manji iznos c_{wd}.

Kombiniranjem 90% individualnih i 10% prosječnih troškova distribucije, vrši se u stvari preraspodjela tih troškova između distributivnih poduzeća. Gradovi s industrijskim konzumom trebali bi u pravilu imati individualne troškove niže od prosječnih, jer taj konzum povisuje intenzitet potroška. No to pravilo ne dolazi do izražaja u slučaju kad u prosječnoj kalkulaciji sudjeluje neki grad s jako velikim potroškom električne energije, kao na pr. grad Zagreb koji troši 30% od sveukupne potrošnje električne energije iz distributivne mreže Hrvatske, uslijed čega će i neki gradovi, iako s izrazitim industrijskim konzumom kao na pr. Karlovac, Rijeka i dr., imati više individualne od prosječnih troškova distribucije, pa će morati sve svoje potrošače opteretiti tom razlikom.

Ima međutim slučajeva, gdje su individualni troškovi distribucije viši od srednje cijene realizacije. Kao što je iz tabele broj 2 vidljivo, to je slučaj s distributivnim poduzećem Gospić. Elektroprivredna zajednica bi ovom poduzeću uz besplatno isporučenu električnu energiju morala plaćati još Din 3,28 po svakom preuzetom kilovatsatu s prijenosne mreže. To se ne bi moglo nazvati prodajom električne energije, već premiranjem potroška. Očekivati je, da će se ovakvi slučajevi riješiti naknadnim uputstvima nadležnih organa.

Na tabeli broj 3, dat je proračun za potrebno povišenje propisanih cijena električne energije na distributivnoj mreži. Te cijene se povisuju za razliku na individualnim troškovima i za iznos potrebnog dobitka. (Kod distribucija s individualnim troškovima nižim od pro-

Proračun potrebnog povišenja propisanih cijena za potrošače električne energije na distributivnoj mreži Tabela 3

Tekući broj	Distribucija	$\frac{t_d - t_i}{1 - \frac{p_n}{100}}$	$\frac{t_i - t_d}{1 + \frac{p_n}{100}}$	d $\left(\frac{\text{Dobitak}}{W_1}\right)$	$d - \frac{t_d - t_i}{1 - \frac{p_n}{100}}$	$d + \frac{t_i - t_d}{1 - \frac{p_n}{100}}$	Povišenje cijena u 000 Dinara
1	Zagreb	0.077	—	0,15	0,073	—	15.943
2	Bjelovar	—	0,708	0,89	—	1,598	9.844
3	Varaždin	0,028	—	0.11	0,082	—	2.821
4	Križ	—	0,540	0,69	—	1,230	16.605
5	Karlovac	—	0,221	0,39	—	0,611	14.016
6	Sisak	0,048	—	0,42	0,372	—	8.236
7	Zabok	—	0,109	0,20	—	0,309	5.191
8	Koprivnica	—	0,467	1,19	—	1,657	12.537
9	Rijeka	—	0,015	0,47	—	0,485	32.428
10	Skrad	—	0,782	0,45	—	1,232	5.957
11	Crikvenica	—	0,459	0,40	—	0,859	3.446
12	Pula	0,177	—	0,10	—	—	—
13	Buje	—	0,503	1,14	—	1,643	7.311
14	Gospić	—	1,476	7,53	—	9,006	20.083
15	Zadar	—	0,170	0,44	—	0,610	8.491
16	Šibenik	—	0,467	0,53	—	0,997	17.348
17	Split	0,167	—	0,24	0,073	—	8.687
18	Knin	—	0,132	3,29	—	3,422	10 793
19	Dubrovnik	0,006	—	0,46	0,454	—	4.631
20	Osijek	—	0,343	1,20	—	1,543	39.850
21	Vinkovci	—	0,456	0,62	—	1,076	4.536
22	Vukovar	—	0,898	0,66	—	1,558	3.593
23	Županja	—	0,579	0,60	—	1,179	2.347
24	Đakovo	—	0,798	0,46	—	1,258	1.936
25	Sl. Brod	—	0,188	0,36	—	0,548	2.175
26	Našice	—	0,175	0,24	—	0,415	991
27	Sl. Požega	—	0,893	1,45	—	2,343	3.625
	Distribucija Hrvatske	—	—	0.34	—	—	

Primjedba: Svi elementi za ovu tabelu uzeti su iz plana za godinu 1957.
W_1 = planirana prodaja potrošačima u kWh

sječnih troškova, iznos potrebnog dobitka je smanjen za tu razliku.) U dobitku se nalaze i anuiteti pa ovi, zajedno s količinama električne energije, čine razlike između jediničnih veličina dobitka pojedinih distribucija.

* * *

ISPRAVITE U ENERGIJI 1—2/1958

U članku »Dinamika cijene električne energije« od Daniela *Feöcze-a* na str. 31, lijevi stupac, 27. redak odozgo, umjesto »statističkog« treba biti *statičkog*, a u Novi ekonomski odnosi između Elektroprivrednih zajednica i distributivnih poduzeća, stvorit će raznolikost cijena električne energije za sve potrošače, koji se snabdijevaju iz električnih mreža distributivnih poduzeća.

* * *

28. redku umjesto »statistički« treba biti *statički*. U 18. retku desnoga stupca, iza zagrade, umjesto »biti vremenski neravnomjerna u pojedinim tromjesečjima« treba pisati *prolaziti kroz pojedina tromjesečja*.

ELEKTRIFIKACIJA KVARNERSKIH OTOKA

Ing. Ivan Janić, Institut za elektroprivredu, Zagreb **621.311.1 (497.13)**

U članku se iznose principijelne postavke rezultata elektrifikacije Kvarnerskih otoka. Kod izrade razvoja električne mreže uzeta je perspektiva od 30 godina, uzimajući kao bazu idejni urbanistički plan Kvarnerskog područja. Obuhvaćeno područje imat će na kraju promatranog razdoblja oko 15.000 kućanstava i 50.000 stanovnika. Rezultat analize konzuma pokazuje, da će maksimalno opterećenje iznositi 12.000 kW, a potrošnja električne energije 28,000.000 kWh. Ovome odgovara eksponencijalni prirast od 7,9 % za maksimalno opterećenje, a 8,2 % za potrošnju električne energije.

UVOD

U Kvarnerskom zaljevu nalaze se slijedeći veći otoci:

Krk	površine	409,93 km²
Cres	„	404,33 km²
Rab	„	90,84 km²
Lošinj	„	74,68 km²

Krk i Cres su uopće dva najveća otoka na Jadranu.

Ostali otoci znatno su manji:

Unije	površine	16,77 km²
Grgur . . .	„	6,68 km²
Ilovik . . .	„	5,88 km²
Goli	„	4,73 km²
Susak . . .	„	3,76 km²
Srakane Vele i Srakane Male .	„	1,17 km²

Otoci Grgur i Goli spadaju u područje otoka Raba, a otoci Unije, Srakane Vele, Srakane Male, Susak i Ilovik u područje otoka Lošinj.

Otoci	Prvić	površine 13,45 km²,	5 stanovnika
	Plavnik	„ 8,80 km²,	4 stanovnika
	Dolin	„ 4,72 km²,	nenastanjen

nisu uzeti u razmatranje radi toga što su slabo, ili uopće nisu naseljeni.

Čitavo to područje gravitira Rijeci kao svom centru. Za lakšu vezu s otocima Krk, Cres (Lošinj) i Rab predviđa se prema Kvarnerskom regionalnom planu povezivanje otoka trajektima sa cestovnom mrežom na kopnu i to:

a) trajektom uvala »Voz« na Krku — uvala »Črešnjeva« na kopnu i izgradnjom ceste Omišalj — uvala »Voz« i uvala »Črešnjeva« — Kraljevica,

b) trajektom Porozina — Brseč i izgradnjom ceste Dragozetići — Porozina i Brseč — cesta Rijeka — Pula,

c) trajektom uvala »Mišljak« na Rabu — Jablanac i ugradnjom ceste Rab — uvala »Mišljak«.

Na taj način ovi otoci gotovo postaju dio kopna i na taj način se stvarno približuju svom prirodnom centru Rijeci.

Jedna od najjačih privrednih grana ovog područja je turizam. Mali Lošinj i Veli Lošinj imaju radi svoje vanredne klime i flore sve uvjete da postanu klimatska lječilišta koja bi radila preko cijele godine. Izgradnjom vodovoda od Vranskog jezera do Malog Lošinja (radovi su u toku) riješit će se jedno od najvažnijih pitanja Malog Lošinja (Cres je već priključen na vodovod iz Vranskog jezera).

Otok Krk ima dosta izvora dobre pitke vode i ima povoljnu klimu. Najvažnija turistička mjesta na otoku Krku su: Baška, Malinska i Omišalj.

I Rab je veoma poznato turističko mjesto naročito u inozemstvu.

SADAŠNJE STANJE

Stanovništvo

Prema popisu stanovništva od 31. III. 1953. broj kućanstava i broj stanovnika pojedinih općina promatranog područja dan je u tabeli I.

Tabela I.

Općina	Broj kućanstava	Broj stanovnika
Krk	5 682	16 820
Cres	1 355	4 221
Mali Lošinj	2 761	8 287
Rab	1 511	7 756
Ukupno	11 309	37 084

Iz tabele I se vidi da je Krk najviše naseljen. Međutim treba spomenuti da je broj stanovnika ovog područja (osim općine Rab) u opadanju što je posljedica iseljivanja.

Stanje elektrifikacije

Promatrano područje snabdijeva se iz lokalnih, većinom Diesel elektrana, a djelomično nije uopće elektrificirano. Svi ti lokalni izvori rade ograničeno vrijeme i neekonomično, jer su u dotrajalom stanju. Prosječna proizvodna cijena tih elektrana iznosi oko 70 Din/kWh.

1. OTOK KRK

Na otoku Krku postoji sedam lokalnih Diesel-elektrana: Punat (325 KS), Krk (65 KS), Baška (50 KS), Omišalj (36 KS), Dobrinj (12 KS), Polje (36 KS) i Stara Baška (7 KS).

Od toga su elektrane Punat, Krk i Baška spojene 10 kV vodovima, dok su ostale izolirane elektrane.

Glavna elektrana na otoku Krku je Diesel - elektrana Punat. U elektrani je instaliran Diesel-motor GRAZER od 280 KS s trofaznim generatorom od 235 kVA, 500 V. Ovaj agregat je pušten u pogon 16. IX. 1953. Drugi je manji agregat s Diesel-motorom ŠKODA od 45 KS. Ukupna proizvodnja električne energije godine 1956. na otoku Krku iznosila je *374.000 kWh*, a maksimalno opterećenje *cca 200 kW*.

Otok Krk ima već u priličnoj mjeri izgrađenu 10 kV mrežu u ukupnoj duljini od cca 40 km.

Visokonaponsku mrežu napaja Diesel-elektrana Punat preko dvostruke transformacije 5000/400/231 V, 250 kVA i 400/231/10000 V, 250 kVA.

Dalekovod 10 kV Punat — Krk i TS Punat pušteni su u pogon 27. VII. 1954.

Do 1953. godine bila su elektrificirana slijedeća mjesta na otoku Krku: Punat, Krk, Malinska, Sv. Vid, Bogović, Omišalj, Baška, Jurandvor i Batomalj.

Godine 1953. elektrificirana je Draga Baška, 1954. Stara Baška i Dobrinj, 1955. Vrbnik i Kornić, 1955. Polje.

Proizvodnja električne energije elektrana na otoku Krku iznosila je kako je prikazano u tabeli II.

Tabela II.

Godina	Proizvedeno kWh	%
1952.	112 706	100
1953.	135 970	121
1954.	242 526	215
1955.	351 988	312
1956.	374 000	332

Kako se vidi iz tabele II. proizvodnja električne energije na Krku naglo raste.

2. PODRUČJE OTOKA CRES I LOŠINJ

U samom mjestu Cres postoji Diesel-elektrana sa tri agregata od 160, 60 i 35 KS koja opskrbljuje električnom energijom samo mjesto.

Za pogon vodovoda instaliran je u crpnoj stanici Vrana Diesel-agregat od 260 KS.

Najveća elektrana na tom području je Diesel-elektrana Mali Lošinj. Elektrana je puštena u pogon već 1910. i otada je promijenjeno mnogo strojeva. Sada je u elektrani instaliran agregat s Diesel-motorom ARAN od 420 KS i trofaznim generatorom CRDA od 350 kVA, 400/231 V, 375 okr/min, 50 Hz, te dva manja Diesel-agregata od 180 i 65 KS.

Osim toga u mjestu Mali Lošinj postoje industrijske Diesel-elektrane Brodogradilišta »Lošinj« od 180 KS i Tvornice sardina »Kvarner« od 16 KS.

Na ostalim otocima postoje elektrane: Susak od 36 KS, Unije od 25 KS i Ilovik od 12 KS.

Ukupna potrošnja električne energije iznosila je 1955. godine *cca 600 000 kWh*, a maksimalno opterećenje *cca 550 kW*.

Svi potrošači električne energije na otoku Lošinj, snabdijevaju se iz elektrane Mali Lošinj preko 3 kV nadzemnog voda DE »Mali Lošinj« — Osor i kabela koji napaja transformatorske stanice mjesta Veliki i Mali Lošinj.

Nadzemni vod 3 kV 3 x 16 mm² Cu Mali Lošinj — Osor na centrifugiranim betonskim stupovima, duljine cca 20 km napaja 10 transformatorskih stanica s ukupno instaliranom snagom transformatora od 375 kVA.

Kabelski vod 3 kV NKBA 3 x 16 mm² Cu napaja 9 transformatorskih stanica s ukupno instaliranom snagom transformatora od 155 kVA.

Sve te transformatorske stanice imaju prenosni omjer 3000/190/110 V.

Izgrađeni 10 kV vod od 3 x 25 mm² Cu Osor — Vrana na drvenim stupovima nije još pod naponom.

3. PODRUČJE RABA

U blizini mjesta Rab postoji Diesel-elektrana koja snabdijeva električnom energijom sam otok Rab (osim Lopara). U elektrani je instaliran agregat s Diesel-motorom »ANSALDO« od 365 KS i trofaznim generatorom »Rade Končar« od 400 kVA, 400/231 V, 375 okr/min, 50 Hz. Generator je spojen na visokonaponsku mrežu s transformatorom od 250 kVA, 380/6000 V. U elektrani je instaliran i jedan manji Diesel-agregat od 160 KS.

Osim ove glavne elektrane na otoku Rabu postoje još neke manje Diesel-elektrane: Stara elektrana u Rabu podignuta je godine 1910. (sada više ne radi), elektrana u bolnici Kampor i elektrana u Loparu. Sve su te elektrane male snage i služe kao rezerva osim elektrane u Loparu.

Na otoku Goli postoje također dvije elektrane s ukupno instaliranom snagom od 1250 KS.

Svi dalekovodi na Rabu građeni su za napon od 10 kV, a u pogonu su sa naponom od 6 kV.

Dalekovodi su izgrađeni na drvenim stupovima s presjekom vodiča 3 x 16 mm² Cu.

Preko ovih dalekovoda napaja se 7 transformatorskih stanica 6/0,4/0,231 kV s ukupno instaliranom snagom od 430 kVA.

Dalekovodi, transformatorske stanice i niskonaponska mreža, izuzev samo mjesto Rab, izgrađeni su poslije rata te su u dosta dobrom stanju.

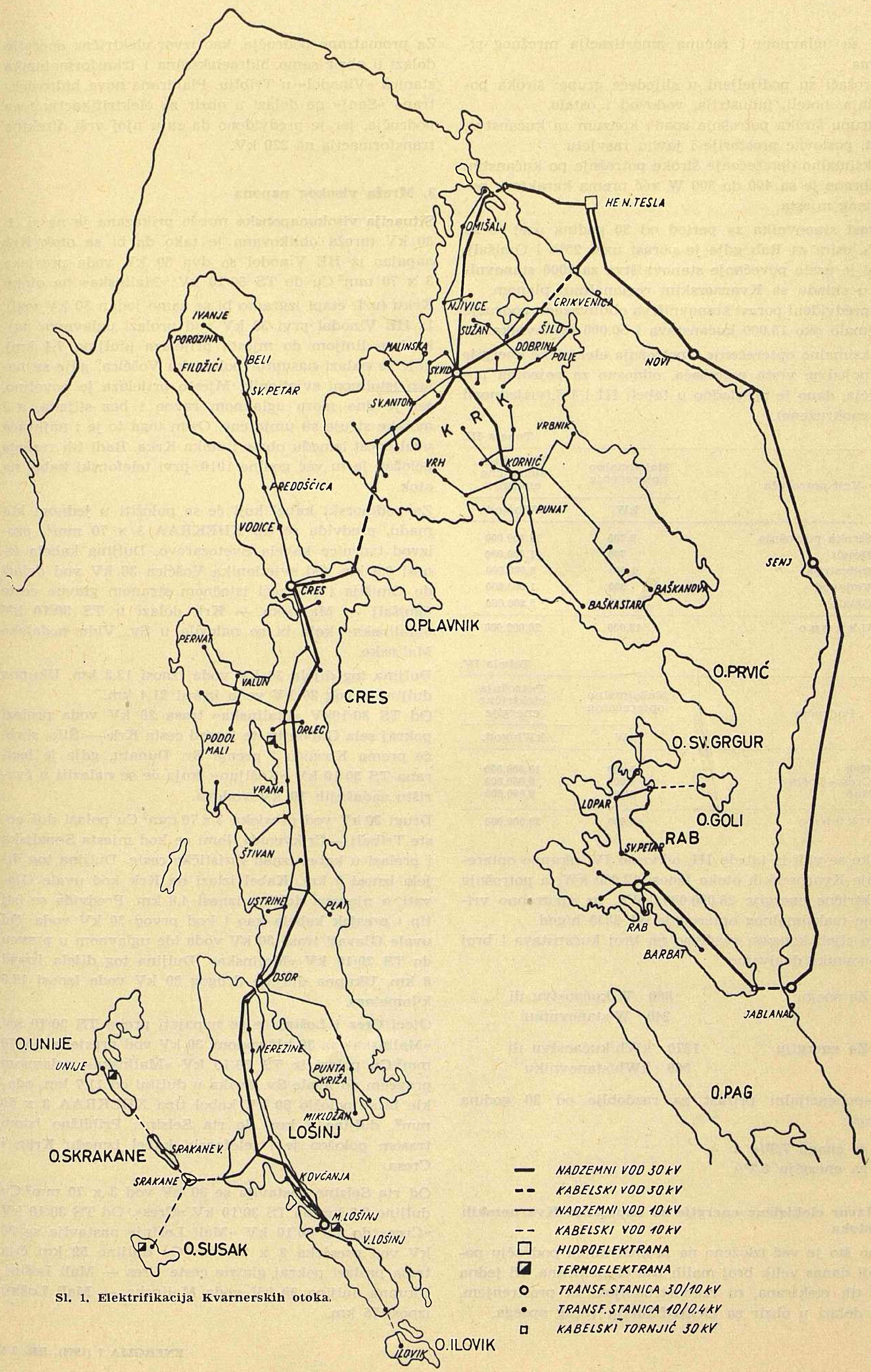
Mjesta Banjol i Barbat elektrificirana su godine 1953., Mundanije i Kampor tokom 1953.—54. i Supetarska Draga (djelomično) godine 1955.

Ukupna potrošnja električne energije iznosila je na promatranom području godine 1955. oko 2,700.000 kWh, a maksimalno opterećenje oko 1.200 kW.

PERSPEKTIVNI RAZVOJ

1. Konzum

Za dimenzioniranje vodova i transformatorskih stanica potrebno je procijeniti buduće maksimalno opterećenje. Maksimalno opterećenje kao i potrošnja električne energije procijenjeni su za period od 30 godina sa ko-



Sl. 1. Elektrifikacija Kvarnerskih otoka.

jim se uglavnom i računa amortizacija mrežnog sistema.

Potrošači su podijeljeni u slijedeće grupe: široka potrošnja, hoteli, industrija, vodovod i ostalo.

U grupu široka potrošnja spada konzum za kućanstvo, obrt, poslovne prostorije i javnu rasvjetu.

Maksimalno opterećenje široke potrošnje po kućanstvu odabrano je sa 400 do 800 W već prema karakteru pojedinog mjesta.

Porast stanovnika za period od 30 godina uzet je sa 20%, osim za Rab gdje je porast uzet 25% i Omišalj, gdje je uzeto povećanje stanovništva za 2000 stanovnika u skladu sa Kvarnerskim regionalnim planom.

Uz predviđeni porast stanovništva obuhvaćeno područje bi imalo oko 15.000 kućanstava i 50.000 stanovnika.

Maksimalno opterećenje i potrošnja električne energije za pojedine vrste potrošača, odnosno za pojedina područja, dano je pregledno u tabeli III i IV (vrijednosti su zaokružene).

Tabela III.

Vrst potrošača	Maksimalno opterećenje	Potrošnja električne energije
	kW	kWh/god.
Široka potrošnja	8.700	17,400.000
Hoteli	700	1,400.000
Industrija	1.000	3,000.000
Vodovod	300	1,000.000
Ostalo	1.300	5,200.000
Ukupno	12.000	28,000.000

Tabela IV.

Područje	Maksimalno opterećenje	Potrošnja električne energije
	kW	kWh/god.
Krk	5.000	10,000.000
Cres – Lošinj	4.000	9,000.000
Rab	3.000	9,000.000
Ukupno	12.000	28,000.000

Kako se vidi iz tabele III, odnosno IV, ukupno opterećenje Kvarnerskih otoka iznosi 12.000 kW, a potrošnja električne energije 28,000.000 kWh, uz upotrebno vrijeme maksimalnog opterećnja od 2330 h/god.

Ako cijeli konzum svedemo na broj kućanstava i broj stanovnika dobivamo:

Za snagu	800	W/kućanstvu ili
	240	W/stanovniku
Za energiju	1870	kWh/kućanstvu ili
	560	kWh/stanovniku

Eksponencijalni prirast za razdoblje od 30 godina iznosi:

za snagu 7,9%, a
za energiju 8,2%

2. Izvor električne energije za napajanje Kvarnerskih otoka

Kao što je već izloženo na promatranom području postoji danas velik broj malih Diesel-elektrana. Ni jedna od tih elektrana, ni rekonstrukcijom ni proširenjem, ne dolazi u obzir za elektrifikaciju većeg opsega.

Za promatrano područje, kao izvor električne energije dolazi u obzir samo hidroelektrana i transformatorska stanica »Vinodol« u Triblju. Planirana nova hidroelektrana »Senj« ne dolazi u obzir za elektrifikaciju toga područja, jer je predviđeno da se u njoj vrši direktna transformacija na 220 kV.

3. Mreža visokog napona

Situacija visokonaponske mreže prikazana je na sl. 1. 30 kV mreža oblikovana je tako da bi se *otok Krk* napajao iz HE Vinodol sa dva 30 kV voda presjeka 3 x 70 mm² Cu do TS 30/10 kV »Malinska« na otoku Krku (u I. etapi izgradio bi se samo jedan 30 kV vod). Iz HE Vinodol prvi 30 kV vod prolazi uglavnom najkraćom linijom do mjesta prijelaza (duljina 7,4 km), koje se nalazi nasuprot poluotoka Vošćica, gdje se nalazi istoimeni svjetionik. Mjesto prijelaza je povoljno, jer je dno mora uglavnom ravno i bez stijena, a i morske struje su umjerene. Osim toga to je i najkraća udaljenost između obale i otoka Krka. Radi tih razloga položen je tu već godine 1910. prvi telefonski kabel na otok.

Za podmorski kabel koji će se položiti u jednom komadu, predviđa se tip XHEKRAA 3 x 70 mm², proizvod tvornice kabela Svetozarevo. Duljina kabela iznosi 0,8 km. Od svjetionika Vošćica 30 kV vod dolazi do Omišlja i polazeći istočnom stranom glavne ceste Omišalj — Malinska — Krk dolazi u TS 30/10 kV »Malinska« koja bi se nalazila u Sv. Vidu nedaleko Malinske.

Duljina tog dijela 30 kV voda iznosi 13,2 km. Ukupna duljina prvog 30 kV voda iznosi 21,4 km.

Od TS 30/10kV »Malinska« trasa 30 kV voda prolazi pokraj sela Gabonjin, te ispred ceste Krk — Šilo, skreće prema Kornić u i prema Sv. Dunatu, gdje je locirana TS 30/10 kV »Košljun«, koja će se nalaziti u čvorištu sadašnjih 10 kV vodova.

Drugi 30 kV vod presjeka 3 x 70 mm² Cu polazi duž ceste Tribalj — Crikvenica, lomi se kod mjesta Sopaljska i prelazi u kabel iznad turističke ceste. Duljina tog dijela iznosi 5 km. Kabel izlazi na Krk kod uvale Glavati, a njegova duljina iznosi 4,8 km. Predviđa se isti tip i presjek kabela kao i kod prvog 30 kV voda. Od uvale Glavati trasa 30 kV voda ide uglavnom u pravcu do TS 30/10 kV »Malinska«. Duljina tog dijela iznosi 8 km. Ukupna duljina drugog 30 kV voda iznosi 17,8 kilometara.

Otoci Cres i Lošinj će se napajati preko TS 30/10 kV »Malinska« sa 30 kV vodom. 30 kV vod presjeka 3 x 70 mm² Cu polazi iz TS 30/10 kV »Malinska« uglavnom pravcem do uvale Sv. Fuska u duljini od 11,7 km, odakle bi se položio 30 kV kabel tipa XHEKRAA 3 x 50 mm², duljine 6 km, do rta Selsine. Približno istom trasom položen je i telefonski kabel između Krka i Cresa.

Od rta Selsine nastavlja se 30 kV vod 3 x 70 mm² Cu duljine 5,3 km do TS 30/10 kV »Cres«. Od TS 30/10 kV »Cres« do TS 30/10 kV »Mali Lošinj« nastavlja se 30 kV vod presjeka 3 x 70 mm² Cu duljine 52 km čija trasa prolazi pokraj glavne ceste Cres — Mali Lošinj. Ukupna duljina 30 kV voda Malinska — Mali Lošinj iznosi 75 km.

Otok Rab će se napajati 30 kV vodom HE Vinodol — Crikvenica — Novi — Senj — Jablanac — Rab. Trasa voda se drži uglavnom turističke ceste sve do TS 30/10 kV »Jablanac« koja bi bila smještena sjeverno od Jablanca iza Stinice. Iz TS 30/10 kV »Jablanac« prelazi se podmorskim kabelom tipa XHEKRAA 3 x 50 mm², paralelno s postojećim telefonskim kabelom, do rta Glavine odakle dalje ide nadzemni vod TS 30/10 kV »Rab«, koja bi bila smještena pokraj sadašnje nove Diesel-elektrane. Kabelski dio voda je dug 2,3 km, a ukupna duljina 30 kV voda HE Vinodol — TS 30/10 kV »Rab« iznosi 81 km.

Kako je spomenuto na *otoku Krku* predviđaju se dvije transformatorske stanice 30/10 kV: »Malinska« i »Košljun« s instaliranom snagom od 2 x 2,5 MVA svaka. Stanice su predviđene s jednostrukim sabirnicama 30 i 10 kV.

Transformatorska stanica 30/10 kV »Malinska« ima četiri strujna kruga 10 kV i to za: Omišalj, Šilo, Milohnić i Malinsku.

Ukupno ima na sva četiri 10 kV voda 28 transformatorskih stanica 10/0,4 kV s ukupnim vršnim opterećenjem od 2200 kW, t. j. prosječno 79 kW po transformatorskoj stanici 10/0,4 kV.
Ukupna duljina 10 kV vodova iz TS 30/10 kV »Malinska« iznosi 60 km.

Transformatorska stanica 30/10 kV »Košljun« ima također četiri strujna kruga 10 kV i to za: Bašku, Staru Bašku, Krk (Vrh) i crpnu stanicu Ponikve.
Ukupno se nalazi na sva četiri strujna kruga 10 kV 14 transformatorskih stanica 10/0,4 kV s maksimalnim opterećenjem od 2800 kW, t. j. prosječno 200 kW po transformatorskoj stanici 10/0,4 kV.

Ukupna duljina 10 kV vodova iz TS 30/10 kV »Košljun« iznosi 50 km. Ukupna duljina svih 10 kV vodova na otoku Krku iznosi 110 km, a na njih su priključene 42 transformatorske stanice.
Na jednu transformatorsku stanicu dolazi prosječno 2,6 km voda 10 kV.

Na području *Cres — Lošinj* predviđaju se dvije transformatorske stanice 30/10 kV: »Cres« i »Mali Lošinj«. U TS 30/10 kV »Cres« se predviđaju dva transformatora od 1 MVA, a u TS 30/10 kV »Mali Lošinj« dva transformatora od 2,5 MVA. Stanice su predviđene s jednostrukim sabirnicama 30 i 10 kV. Zbog velikog pada napona i znatnih varijacija opterećenja, predviđaju se u TS 30/10 kV »Mali Lošinj« regulacioni transformatori sa ukupnom regulacijom od 12% u praznom hodu i 24% pod opterećenjem.
Transformatorska stanica 30/10 kV »Cres« ima tri strujna kruga i to za Osor, Ivanje i za samo mjesto Cres.

Ukupno ima na sva tri strujna kruga 10 kV 36 transformatorskih stanica 10/0,4 kV s ukupnim vršnim opterećenjem od 1300 kW, t. j. prosječno 36 km po transformatorskoj stanici 10/0,4 kV. Ukupna duljina 10 kV vodova iz TS 30/10 kV »Cres« iznosi 116 km.
Transformatorska stanica 30/10 kV »Mali Lošinj« ima četiri strujna kruga za: Susak (Halmac), Ilovik i dva za mjesto Mali Lošinj.
Ukupno se nalazi na sva četiri strujna kruga 10 kV 21 transformatorska stanica 10/0,4 kV s ukupnim vršnim opterećenjem od 2700 kW, t. j. prosječno 129 kW po transformatorskoj stanici 10/0,4 kV. Ukupna duljina 10 kV vodova iz TS 30/10 kV »Mali Lošinj« iznosi 57 km.

Kako se vidi predviđa se u perspektivi na Lošinju prijelaz od napona 3/0,19/0,11 kV na napon 10/0,4/0,231 kV.

Ukupna duljina svih 10 kV vodova na području Cres — Lošinj iznosi 173 km, od toga je 20 km kabela. Na 10 kV vodove je priključeno ukupno 57 transformatorskih stanica 10/0,4 kV. Na jednu transformatorsku stanicu 10/0,4 kV dolazi prosječno 3 km voda 10 kV.

Na području *otoka Rab* predviđena je samo jedna transformatorska stanica 30/10 kV i to u Rabu. Stanica je predviđena sa jednostrukim sabirnicama 30 i 10 kV i imala bi instalirana dva transformatora od 2,5 MVA. Transformatori bi bili regulacioni sa ukupnom regulacijom od 12% u praznom hodu i 24% pod opterećenjem.

Transformatorska stanica 30/10 kV »Rab« ima četiri strujna kruga 10 kV i to za: otok Goli, Barbat, Rab i Kampor. Ukupno ima na sva četiri 10 kV voda 12 transformatorskih stanica sa vršnim opterećenjem od 3000 kW, t. j. prosječno 250 kW po transformatorskoj stanici.

Ukupna duljina svih 10 kV vodova iz TS 30/10 kV »Rab« iznosi 32 km od toga 5,3 km kabela. Na jednu transformatorsku stanicu dolazi prosječno 2,6 km voda 10 kV.

ETAPNA IZGRADNJA

Elektrifikacija Kvarnerskih otoka izvela bi se etapno. U I. etapi u 1958. godini izgradio bi se 30 kV vod HE Vinodol TS 30/10 kV »Malinska« duljine 21,4 km i to preko Omišlja. Ova trasa je odabrana za I. etapu, jer je kabelski dio daleko manji nego kod druge trase, a osim toga održavanje voda je znatno olakšano, jer vod prolazi pokraj glavne ceste na Krku.

Drugi 30 kV vod bi se izgradio kada dođe do povezivanja otoka Cres i Lošinj. Nadalje bi se izgradio 30 kV vod TS 30/10 kV »Malinska« — TS 30/10 kV »Košljun« duljine 10,7 km koji bi bio u I. etapi pod naponom od 10 kV. Vod bi se priključio na rezervnu ćeliju 10 kV u TS 30/10 kV »Malinska«, koja bi se građevinski potpuno izgradila u I. etapi. U I. etapi instalirao bi se jedan transformator 30/10,5 kV snage 2,5 MVA.
Dok bi se u I. etapi 10 kV dio opremio potpuno, od 30 kV dijela opremilo bi se samo jedno (transformatorsko) polje.

Od TS 30/10 kV »Košljun« izgradio bi se u I. etapi samo 10 kV dio, koji bi se i potpuno opremio.

Što se tiče 10 kV mreže predviđa se da se u I. etapi izgrade slijedeći 10 kV vodovi: TS 30/10 kV »Malinska« — Njivice — Omišalj, TS 30/10 kV »Malinska« — Malinska i TS 30/10 kV »Košljun« — Crpna stanica Ponikve, sa pripadnim transformatorskim stanicama. Kod I. etape elektrifikacije otoka *Cresa i Lošinja* izgradio bi se 30 kV vod Malinska — Cres i TS 30/10 kV »Cres« s jednim transformatorom od 1 MVA. Od 10 kV mreže izgradio bi se 10 kV vod za Crpnu stanicu

Vrana i kabelski vod do TS 10/0,4 kV Cres. Kako je već prije izgrađen 10 kV vod 3 x 25 mm² Cu Osor — Vrana, to bi tim bio obuhvaćen najveći i glavni dio otoka Cres.

Kod elektrifikacije *Raba* predviđa se kao prvo izgradnja 30 kV voda do Raba koji bi bio pod naponom od 10 kV na dijelu TS 30/10 kV »Jablanac« — Rab i koji bi se priključio na rezervno polje u TS 30/10 kV »Jablanac«. Kako u elektrani Rab već postoji 10 kV razvod s jednim rezervnim poljem 10 kV to se od TS 30/10 kV »Rab« ne bi trebalo ništa graditi.

Kasnije kad konzum naraste, proširio bi se samo sadašnji 10 kV razvod s novim 30 i 10 kV ćelijama, opremilo bi se vodno polje 30 kV u TS 30/10 kV »Jablanac« i vod bi prešao pod napon od 30 kV.

Od 10 kV mreže izgradili bi se u I. etapi elektrifikacije Raba: vod za Matovicu, za Lopar i otok Goli s pripadnim transformatorskim stanicama.

TROŠKOVI ELEKTRIFIKACIJE

Aproksimativni troškovnik daje slijedeće troškove za elektrifikaciju Kvarnerskih otoka (bez niskonaponske mreže):

Područje Krk	695,000.000	Din
Područje Cres — Lošinj . . .	1.077,000.000	„
Područje Rab (uključivo područje Jablanac) . . .	676,000.000	„
Ukupno:	2.448,000.000	Din

Ako se pretpostavi ravnomjerno investiranje kroz 30 godina onda bi trebalo godišnje investirati za elektrifikaciju *81,000.000 dinara*, odnosno *1.632 Din/stanovniku — godišnje* ili oko *5.400 Din/kućanstvu — godišnje.*

Literatura

I. Janić, Osnovno rješenje elektrifikacije Kvarnerskih otoka, Institut za elektroprivredu, Zagreb, srpanj 1957.

HIDROELEKTRANA RIJEKA

PRVA ETAPA POSTROJENJA NA RJEČINI

Dušan Kirinčić, Elektrana Rijeka

621.311.21

Raspoložive količine zimske energije, blizina tržišta, mogućnost brze izgradnje uz relativno niske investicije razlozi su, što je projekt HE Rijeka stalno aktuelan. Intenzivni istražni radovi i kompletiranje dokumentacije omogućili su, da pripremni radovi budu izvedeni usporedno. Članak daje kratak historijat nastojanja za izgradnju ove hidrocentrale na Rječini, iznosi geološke podatke i zemljopisni smještaj, te tehničko rješenje izgradnje.

Prošlo je pedeset godina od dana kada se prvi puta pojavila misao o korištenju voda Rječine u energetske svrhe. Godine 1903. stavila je riječka općina u zadatak svom komunalnom odjelu, da razmotri taj problem, a godine 1906. dovršen je detaljni projekt kombiniranog hidro-termopostrojenja u Rijeci. Dok je termoelektrana izgrađena prema tom projektu i stavljena u pogon 1908. za izradu hidrocentrale tražila su se financijska sredstva. Prvi svjetski rat prekinuo je ova nastojanja. Međutim godine 1921. tadašnja riječka tampon-država naručila je novi projekt hidrocentrale na Rječini, koji je bio razrađen u Milanu i pripreman za realizaciju. Priključak Rijeke Italiji i ukidanje riječke tampon-države razdijelili su područje, na kome je trebalo izgraditi ovo postrojenje među dvije države, a time ujedno odgodilo samu izgradnju. Odmah po Oslobođenju ponovno se pristupilo izradi osnovnog projekta, potrebnim istražnim radovima i — u daljnjoj etapi — izradi potpuno novog projekta. Za razliku od prethodna dva projekta ovaj najmanje maksimalno koristi vode Rječine. Potrebno je spomenuti da su raniji projekti bili temeljeni na tadašnjim potrebama električne energije na području Rijeke, odvojenom kao lokalni krug i nepovezanom na sistem.

Da bi se dobio uvid u ovo postrojenje, osvrnut ćemo se u daljnjem prikazu na izvjesne karakteristike, uz kraći prikaz obujma do sada izvršenih radova.

Zemljopisni smještaj i geološki podaci

Rječina izvire na podnožju krške visoravni Brgudac, smještenoj na koti 326 m nadmorske visine. Spušta se koritom, urezanim sredinom brazde, koja dijeli grobničko-kastavski krški plato u dva dijela do Orehovice, a odavde drugom tektonskom dolinom, koja poprijeko siječe prvu do utoka u more u samom gradu Rijeci. Ukupna duljina vodotoka je 18 km. Dok je prosječni pad Rječine 10%, on se znatno razlikuje u gornjem i donjem dijelu vodotoka. Od izvora do Martinovog Sela pad iznosi 6,7%, dok od Martinovog Sela do 1,5 km uzvodno od utoka u more iznosi čak 30%.

Rječina na svom toku nema nikakvih većih pritoka. Pritocima se mogu smatrati tri manja potočića na desnoj strani i bujica Sušica na lijevoj. Ova posljednja iza kiša obiluje vodom, ali to traje dan - dva, a zatim opet presuši. Ovo ujedno ukazuje na značajan momenat, t. j. da Rječina praktički već od izvora raspolaže sa gotovo cjelokupnom količinom vode, koja se može energetski koristiti.

U geološkom oblikovanju doline Rječine sudjeluju formacije gornje krede i srednjeg i donjeg eocena. Petrografski pripadaju kredne naslage vapnencima i dolomitima, dok eocenske naslage pripadaju konglomeratima: vapnencima, pješčenjacima i laporima.

Istražnim bušenjem, geofizičkim istraživanjima i iskopima, provedenim na području projektiranih akumulacija kod Kukuljana i Grohova ustanovljeno je, da slojevi pješčenjaka i lapora sežu vrlo duboko, dok im je istodobno neznatna vodopropusnost. Ovakav geološki sastav omogućuje ostvarenje projektiranih akumulacija u dolini Rječine, a istovremeno jamči vododrživost, bez posebnih mjera na saniranju.

Što se tiče vodostaja na Rječini, mjerenjima se započelo još godine 1901., t. j. početkom ovog stoljeća. Dok su podaci do g. 1930. dijelom manjkavi, od te godine dalje, s obzirom na postavljene nove vodokaze kod Grohova i Sušaka, a 1934. i na samom izvoru, podaci su točni.

Godine 1946. postavljen je vodokaz kod sela Kukuljani, te je kod Grohova ugrađen limnigraf.

Prema svim tim dugogodišnjim mjerenjima u srednjoj hidrološkoj godini iznosio bi godišnji protok 10 m^3/sec, u sušnoj bi spao na 6,5 m^3/sec., a u mokroj porasao na 18 m^3/sec.

Na kraju ćemo spomenuti, da se minimalni dio voda i sada koristi i to dijelom za vodovod jednog dijela Sušaka, koji dobiva vodu gravitacijom izravno sa izvora, a dijelom za Tvornicu papira i njezinu malu industrijsku hidroelektranu koja koristi pad od svega 14,5 m, skoro neposredno kraj utoka u more. Ova centrala podignuta prije prvog svjetskog rata ima instaliranu snagu generatora 0,445 MVA, a godišnja proizvodnja kreće joj se oko 2,5 milijuna kWh.

U prošlom stoljeću se voda Rječine koristila i za pokretanje dvaju mlinova kod Žaklja. Ti mlinovi su polovinom prošlog stoljeća spadali među najveća poduzeća Rijeke po broju zaposlenih, ali nakon što su bili osamdesetih godina prošlog stoljeća uništeni požarom, nisu nikad više obnovljeni.

Tehničko rješenje izgradnje HE Rijeka

Hidroenergetsko postrojenje na Rječini zamišljeno je principijelno kao dvostepeno, sastojeće se iz hidrocentrale na Rijeci i hidrocentrale kod Valića. Imajući u vidu proizvodnu mogućnost, uz usporedbu sa troškovima izgradnje odlučeno je, da se u prvom momentu prihvati kao ekonomski vrlo povoljno rješenje izgradnja donje stepenice sa hidrocentralom na Rijeci, koja daje 75% ukupne proizvodnje, ali uz izgradnju obiju akumulacija zbog poboljšanja kvalitete same energije. Prema tome HE Rijeka (pod čime se razumijeva donja stepenica, uz obje akumulacije) sastojala bi se iz slijedećih elemenata: Jezero Kukuljani, dobiveno usporom voda Rječine iznad sela Kukuljani. Ovo jezero protezalo bi se od izvora do pred Kukuljne. Visina brane iznsila bi oko 30 m, dužine u kruni od 225 m. Kada su bile razrađene varijante betonske i nasute brane, prihvaćena je kao povoljnija betonska brana, koja ima znatno kraći rok izvedbe, nižu cijenu koštanja i u potpunosti odgovara zahtjevima. Iz ovog jezera propuštala bi se voda do donje akumulacije, koja bi služila samo za dnevna izravnanja. Samo korito bi zahtijevalo minimalne radove. Treba naglasiti, da je korito Rječine asanirano još početkom ovog stoljeća, prilikom izgradnje sušačkog vodovoda, kako bi se izbjeglo narušavanje bokova uslijed bujičnog karaktera voda Rječine. Donja akumulacija nazvana Valići smještena je približno u polovini toka Rječine i bila bi zatvorena branom iznad sela Grohovo, visine oko 28 m, a duljine u kruni 135 m. Mjesto ove akumulacije nalazi se u eocenskom flišu, te je vrlo povoljno za izgradnju jezera. Pražnjenje velikih voda predviđeno je preljevom, dok će se kod tisućgodišnjih voda vršiti djelomično pražnjenje i temeljnim ispustima. Temeljni ispusti će služiti za vrijeme gradnje za prolaz voda Rječine, a kasnije za pražnjenje jezera i ispiranje nanosa. Desnom stranom ide dovodni tunel promjera 3,2 m, duljine 3,18 km, prema vodnoj komori, smještenoj na periferiji Rijeke. Odavde ide se dijelom nadzemno i dijelom podzemno tlačnim tunelom prema strojarnici, smještenoj kraj sadašnje riječke termocentrale. Dio tlačnog cjevovoda predviđen je od čeličnih cijevi, od kojih je posljednji dio smješten u kosom rovu. Strojarnica Rijeka bila bi smještena podzemno i pristupnim tunelom od 25 metara vezana na postojeću cestu unutar sadašnje TE Rijeka, neposredno u Rijeci. Prerađena voda odvodit će se tunelom od 180 m u korito Rječine. Korisni pad iznosio bi 228 m, a sama elektrana bit će izgrađena za protok od 21 m^3/sec. U strojarnici bile bi smještene dvije Francis turbine po 28.500 KS i dva generatora, svaki po 23.000 kVA. Prema tome instalirana snaga HE Rijeka iznosit će 37 MW, uz godišnju proizvodnju od 155 milijuna kWh u prosječnoj godini.

Na kraju treba razmotriti još pitanje povezivanja na mrežu. Lokacija HE Rijeka ne zahtijeva nove vodove. Ona se nalazi u središtu potroška i postojeće prijenosne mreže. Uz HE Rijeku prolazi 110 kV vod Vinodol — Matulji, od koga je prva trojka u pogonu, dok se drugu trojku predviđa postaviti oko godine 1960. Druga trojka može energiju HE Rijeka prebacivati u mrežu 110 kV sistema u smjeru Istre i Slovenije, t. j. Matulja, i u smjeru sjeverozapadne Hrvatske preko Vinodola. Na istom prostoru prolaze i 30 kV vodovi, koji se bez posebnih troškova mogu uvesti u ovu elektranu, te izravno preuzeti snabdijevanje središta potroška.

Nekoliko ekonomskih podataka

Izgradnja HE Rijeka stajat će 3,5 milijardi dinara. Prema elementima strukture cijena i propisima važećim 1957. prodajna cijena iznosila bi 2,06 Din/kWh. Ovi elementi pokazuju povoljnost ovog izvora.

Uslovi izgradnje

Raspoloživa dokumentacija, kao i izvedeni radovi u proteklim godinama isključuju iznenađenja. Ovu tvrdnju pokušat ćemo obrazložiti nešto kasnije. Ujedno je potrebno ukazati i na drugi značajan momenat, a to je rok izgradnje.

Istražni radovi i generalni projekti dovršeni su u cijelosti, te je na zahtjev pojedinih revizionih komisija izvršen i niz dodatnih istražnih radova.

Kako se ne bi pojavila iznenađenja na potezu glavnog tunela, izvršeni su otvori napadnih okna na ulazu, kraju i sredini glavnog tunela. Rezultati potvrđuju u cijelosti postavke projekta. Istražni tuneli na mjestu buduće strojarnice u smeru obiju krajnjih točaka, te od mjesta križanja, t. j. sredine strojarnice do visine buduće strojarnice pokazuju, da materijal odgovara i da ni na ovom mjestu ne treba očekivati iznenađenja. Prilazni putevi na gradilišta postoje, a dva manja poteza do mjesta vodne komore i brane, koje je jedino trebalo izgraditi, su već gotovi. Na svim mjestima gradnje stoji na raspolaganju električna energija, iz transformatorskih stanica dovoljne jakosti. Imajući to u vidu svakog je momenta moguće započeti radovima u punom obimu, a upravo iz tih razloga, jer nije potrebno za pripremne radove gubiti mnogo dragocjenog

vremena, bez odlaganja je moguće pristupiti radovima kojih izgradnja najduže traje, a paralelno obaviti još i potrebne minimalne pripremne radove. Građevinski dio objekta može biti bez većih naprezanja gotov u roku od maksimalno dvije i pol godine, a čitav objekat ovisi u stvari o rokovima isporuke opreme. Prema sada raspoloživoj dokumentaciji i ponudama moglo bi se objekt brzo dovršiti i u roku od najviše tri godine od početka gradnje staviti u pogon.

Pri svemu tome nije na odmet navesti, da je dio glavnih projekata gotov, a dijelom revidiran. Isto je tako djelomično dovršena i razrada elektrostrojarske dokumentacije, te se na temelju iste može odmah pristupiti ne samo ugovaranju već i izradi opreme u tvornicama.

Revizija programa HE Rijeka

Prilikom razmatranja programa izgradnje i generalnih projekata kod Savezne revizione komisije 11. i 12. studenog 1957., došlo je do izvjesnih promjena u veličini I. etape, a time i do izvjesnih izmjena u količini proizvodnje i troškovima izgradnje.

Hidroelektrana Rijeka prema prijedlogu ostaje prva etapa izgradnje, ali kao kompletna donja stepenica postrojenja na Rječini, t. j. bez akumulacije od izvora do sela Kukuljani. Ovom izmjenom postaje HE Rijeka čistom protočnom hidrocentralom sa dnevnom akumulacijom kod Valića, a godišnja proizvodnja smanjuje se za oko 14 milijuna kWh, te se po tome srednjom godišnjom proizvodnjom može smatrati 141 milijun kWh. Istodobno ukupni troškovi izgradnje smanjili su se na iznos od 3,36 milijardi dinara.

Odustajanje i prebacivanje izgradnje gornje akumulacije na slijedeću etapu izvršeno je obrazloženjem, da prije nego što se pristupi izgradnji ove akumulacije, treba riješiti, koji će izvori u zapadnom sistemu biti izgrađeni djelomično s akumulacijom. U protivnom ona čini sastavni dio stepenice Valići, koja ovog momenta ne dolazi u obzir za izgradnju, već tek u perspektivi. Istodobno u sadašnjem momentu — u relativnoj blizini, povezana 110 kV dalekovodom — smještena je hidrocentrala Vinodol, koja je s obzirom na veličinu svojih akumulacija i vršnu energiju — dovoljno blizu da pokrije potrebne vrhove opterećenja, zbog čega je komisija bila mišljenja, da se u ovoj fazi može odustati od akumulacije Kukuljani.

Prosječna proizvodna cijena, zbog manjih troškova investiranja, nižih anuiteta, usprkos nekim povećanjima koje zahtijevaju današnje cijene, ispravkama u amortizaciji i kamatama prema najnovijim propisima, smanjila se je, na 1,95 Din/kWh, a isto tako i specifični trošak na instalirani kW je spao na 94.000 Din, po čemu je ovaj objekt uvršten među ekonomski vrlo povoljne za izgradnju.

RAZNO

Ekonomičnost toplana

Rezime sa sastanka VDEW u Stuttgartu 23.—27.10.1957

Velika važnost povezane proizvodnje toplinske i električne energije u toplanama u Njemačkoj došla je do izražaja i u organiziranju diskusije o glavnim problemima iz tog područja, koja je održana od 23. do 27. X. 1957. u Stuttgartu, u krilu Udruženja njemačkih elektrana (VDEW — Vereinigung deutscher Elektrizitätswerke). Sudjelovali su i gosti iz drugih zemalja, a među njima i pisac ovog prikaza.

Održano je bilo više usmenih referata, popraćenih diskusijama (referati nažalost nisu bili umnoženi), koji su tretirali toplane u njihovim osnovnim koncepcijama, a zatim i u tehničkim detaljima izgradnje toplinskih mreža, te regulacije i mjerenja u mreži i predajnim mjestima.

Bili su održani slijedeći referati:

Dr. Ing. E. Schulz: Zweck und Ziel der Wärme-Kraft-Kupplung; die wesentlichen Planungsgrundlagen bei der Fernwärmeversorgung

Ing. E. Strempel, Dr. ing. B. Prinke: Erfahrungen über den Bau und Betrieb von Wärmeverteilungsnetzen

Ing. F. Hübner, ing. E. Henselmann: Regelung, Überwachung und Messung in der Verteilung und Wärmeübergabe.

Na sastanku je bila još podijeljena jedna brošura sa dva referata, koji nisu bili predmet diskusije i to:

Dr. ing. M. Wolf: Die volks- und betriebswirtschaftliche Bedeutung der Heizkraftkupplung

Dr. ing. H. Junge: Beitrag zur Theorie der Heizkraftkupplung.

U ovom članku osvrnut ćemo se samo na osnovne podatke za projektiranje toplana i toplinskih mreža, naročito s gledišta ekonomičnosti.

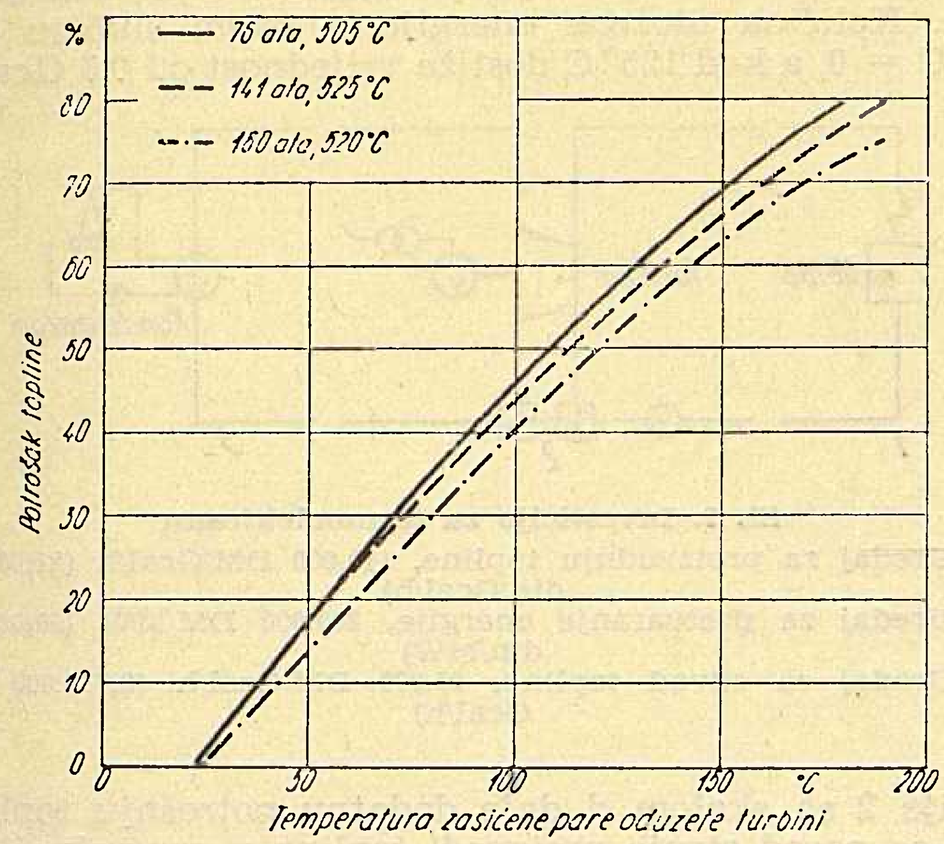
Nacionalno-ekonomske prednosti

Ušteda ugljena osnovna je prednost povezivanja proizvodnje topline, namijenjene potrošnji u industrijama i zgradama, s dobivanjem električne energije. Ušteda se osniva na činjenici, što se u kondenzacionim termoelektranama 60—70% topline goriva odvodi preko rashladnih uređaja i beskorisno pušta u okolinu, dok se ta toplina može dobro iskoristiti, ako se, uz nešto višu temperaturu (60, 90 ili 140° C), razvodi do potrošača topline, industrija, stambenih i poslovnih zgrada. Kod toga se, doduše, smanji količina dobivene električne energije, no ova se može nadoknaditi povećanim ulogom topline, koji je ipak samo manji dio od dobivene korisne topline za potrošnju.

Uzmemo li, da je utrošak topline kod moderne kondenzacione elektrane na pr. 2500 kcal/kWh, a za toplanu s protutlačnim turbinama proračunamo taj potrošak za razne temperature protutlačne toplinske energije, te podijelimo diference iz utroška topline u kondenzacionom i protutlačnom pogonu s odgovarajućim količinama protutlačne ogrjevne topline, tada imamo dodatni utrošak topline prema kondenzacionom pogonu, u procentima od korisno dobivene ogrijevne topline.

Na sl. 1. prikazan je prema Junge-u dodatni utrošak topline za razne početne temperature i tlakove kod

turbine, razna međuzagrijanja te ulazne temperature u toplinskoj mreži. Važan je rezultat, da je srednji godišnji dodatni potrošak topline kod tople vode kao medija za prijenos, ulazne temperature od 80° C, oko 32 do 38%, dok je kod pare kao medija, od najmanje 4 ata na početku, oko 63 do 69%. Prema tome je dodatni utrošak topline kod parnog daljinskog grijanja gotovo dvostruk prema grijanju s toplom vodom.



Sl. 1. Potrošak topline za daljinsko grijanje kod kombinirane proizvodnje topline i električne energije, u % od sadržaja topline oduzete pare.

Ušteda ugljena kod gradskih toplana za ogrijevne svrhe može se izračunati na temelju gornjih brojaka i na temelju činjenice, da običajna individualna centralna grijanja imaju stepen iskoristivosti 60%. Uzmemo li kao potrebu topline za grijanje 100%, onda je kod individualnog grijanja potrebno uložiti recipročne vrijednosti stepena iskorištenja, t. j. 165%, a kod toplane s toplom vodom samo 32 do 38%. Prema tome je utrošak ugljena kod toplane samo

$$\frac{32}{165} \cdot 100 = 19{,}4\% \text{ odnosno } \frac{38}{165} \cdot 100 = 23{,}0\%$$

od utroška u individualnim kotlovnicama.
Zaključak iz ovoga je, da se **oko 80% goriva, koje se troši u individualnim centralnim grijanjima, može uštediti izgradnjom toplana.**
Kod turbina na vrući zrak dodatni je utrošak topline još manji, nego li kod parnih turbina, te iznosi kao godišnji prosjek oko 6%. Prema tome je potrošak goriva samo

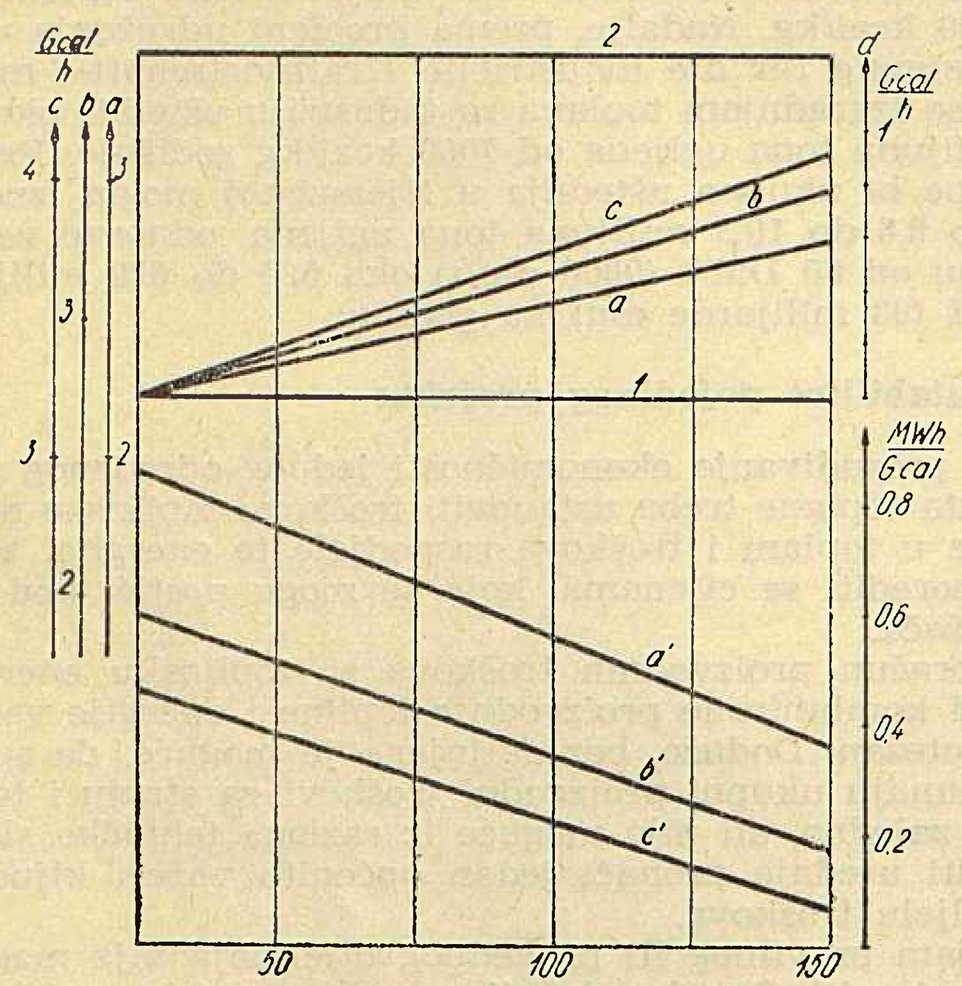
$$\frac{6}{165} \cdot 100 = 3{,}6\% \text{ odnosno uštedjuje se } 96{,}4\% \text{ goriva.}$$

Uštedom goriva nisu iscrpljene sve prednosti toplana za nacionalnu ekonomiju, ali se ostale prednosti ne mogu brojčano izraziti.
Toplane mogu raditi sa slabijim kvalitetama ugljena (sitni, lignit), ako su u ekonomskoj udaljenosti od rudnika takvih ugljena, pa se time mogu osloboditi vredniji ugljeni za one svrhe, gdje zamjena nije moguća. Nadalje, toplane omogućuju racionalniji transport goriva, jer se on koncentrira, a isto tako i odvoz šljake, zatim bolje čišćenje dimnih plinova, uštede u građevinskom prostoru za individualne kotlovnice, skladište ugljena, manje pogonskog i pomoćnog osoblja i t. d.
U snabdijevanju gradova električnom energijom toplane omogućuju ekonomično ostvarenje idealnog principa, da se električna energija proizvodi u centru konzuma, da agregati toplane budu stalna rotirajuća rezerva za slučaj ispada dobave iz zemaljskog visokonaponskog sistema ili za slučaj vršnih opterećenja. Osim toga generatori toplane mogu davati jalovu energiju i tako osloboditi visokonaponsku zemaljsku mrežu od opterećivanja prijenosom jalove energije.
Razumljivo je stoga, da se u mnogo gradova pristupilo podizanju toplana, kako za sasvim ogrijevne svrhe, tako i za snabdijevanje više različitih industrija tehnološkom parom. Naravno i sasvim industrijske toplane veoma su mnogobrojne.
U Zapadnoj Njemačkoj ima danas blizu 50 velikih javnih toplana s godišnjom dobavom topline ukupno blizu 40 Tcal. Najviše je izgrađeno toplana u Sovjet. Savezu, gdje je više od 160 gradova grijano toplinskim mrežama. Naime, zakonom je zabranjeno podizanje kondenzacionih elektrana tamo, gdje postoje uvjeti za toplifikaciju. Godišnja dobava topline iznosila je 1954. 100.000 Tcal, a snaga toplana iznosila je 1950. godine 4500 MW. Dužina toplinskih vodova iznosila je 1950. godine 1500 km. U Moskvi postoji 6 toplana sa preko 77 km toplovoda, koji snabdijevaju 2600 stambenih zgrada s ukupno 20 Tcal godišnje. Samo potrošnja Moskve iznosi prema tome oko 50% potrošnje čitave Zap. Njemačke u 1955. godini. Veoma je razvijena toplifikacija gradova u Poljskoj, gdje u Varšavi, Lodzu, Bielskom, Poznanju i t. d. postoje velike toplane. U Danskoj, ČSR, Austriji, Belgiji i u Vel. Britaniji postoje također mnoge toplane. Sada je u toku izgradnja toplinske mreže u Budimpešti i u Sofiji.
U Njemačkoj su pokušali izračunati uštednju ugljena, koja bi se mogla danas ostvariti daljnjom toplifikacijom gradova i u industriji putem kombinirane proizvodnje toplinske i električne energije. Pretpostavljeno je, da bi se polovina stanovništva u gradovima s 50.000 i više stanovnika priključilo na toplane, pa je dobivena godišnja ušteda od 3,6—4,3 milijuna tona ugljena od 7000 kcal/kg. Nadalje, prema procjeni udruženja »Vereinigung für die industrielle Kraftwirtschaft«, moglo bi se izgradnjom toplana za industriju uštediti oko 6,0 milijuna tona ugljena od 7000 kcal/kg godišnje. Prema tome bi ukupna uštednja u Njemačkoj mogla iznositi oko 8,6 do 10,3 milijuna tona ugljena, odnosno uz cijenu od 60 DM/t (9000 din/t) oko 520 do 620 milijuna DM (93 milijarde din) na godinu.

Rentabilitet pojedinog projekta

Za prosuđivanje ekonomičnosti jednog određenog projekta toplane treba ustanoviti troškove toplinske energije u toplani i troškove raspodjele te energije, te ih usporediti sa cijenama, koje se mogu postići kod potrošača.
Proračun proizvodnih troškova za toplinsku energiju kod kombinirane proizvodnje topline i energije veoma je otežan. Doduše, bez daljnjega je moguće, da se izračunaju ukupni proizvodni troškovi za struju i toplinu zajedno, ali nije moguće iz razloga tehničke složenosti uređaja pronaći jedan općenito važeći ključ za podjelu troškova.
Pojam pravilnog ili pravednog dijeljenja nije moguće primijeniti. Svi dosadašnji prijedlozi u tom smislu ili su sasvim formalne prirode ili sadržavaju u sebi neke suviše slobodne pretpostavke.
Prema spomenutom Schulzovom referatu svakako je potreban preduslov za proračun troškova proizvodnje topline poznavanje vrijednosti istovremeno proizvedene struje, jer su troškovi topline razlika između ukupnih troškova i vrijednosti struje.
Vrijednost struje može biti veoma različna kod jedne industrijske elektrane, koja ne proizvodi kondenzacionu energiju, ali je ipak spojena sa zemaljskom mrežom, te je jednaka cijeni uz koju se ona iz mreže preuzima ili u mrežu dobavlja.
Drugačije stoje odnosi u elektrani, koja snabdijeva električnom energijom veliko područje iz kondenzacionih turboagregata. Ovdje je vrijednost struje određena vlastitim troškovima proizvodnje, koji mogu biti veoma različni, već prema tome, da li se radi o starijim uređajima ili novim.
Kako se vidi, cijena električne energije može veoma varirati, jer zavisi o tipu elektrane, pogonskim uvjetima i t. d. Zato se ne može naći neko pravilo, koje bi općenito važilo za izračunavanje troškova proizvodnje električne energije, ali ako gledamo budući razvoj, možemo ipak pronaći jedan tipičan slučaj. Radi brzog porasta potrošnje struje, a ujedno polaganijeg razvoja daljinskog grijanja, Schulz smatra, da *možemo uzeti da izgradnju toplane zamjenjuje postavljanje konden-*

zacionih termoelektrana jednake snage i da je zato vrijednost struje jednaka proizvodnim troškovima u jednoj novoj kondenzacionoj termoelektrani. Kod toga se naravno uzima, da je stanje svježe pare u toplani i u kondenzacionoj termoelektrani jednako. Uz ovakovu postavku dolazi Schulz do zaključka da se troškovi proizvodnje toplinske energije za ogrjev i ostale potrebe mogu sniziti na ⅔ do ⅓ troškova kod individualne proizvodnje. Moglo bi se međutim primijetiti na ovakav račun, da se isto tako može kod raspodjele troškova poći i od vrijednosti toplinske energije, koja se može postići na tržištu, a troškovi električne energije su onda diferencija između ukupnih troškova proizvodnje i realizacije na toplinskoj energiji. Tako je i učinjeno u (gore spomenutom) radu Wolfa, koji u jednom primjeru kalkulacije retabiliteta toplane tvrdi, da se na pr. za stanove i manje radionice toplina može prodati za 30—35 DM/Gcal, (4500—5000 din/Gcal) ali je u kalkulaciju uzeo samo prosječno 20 DM/Gcal (3000 din/Gcal), te je dobio, da ga električna energija onda stoji 5,20—6,11 Pf/kWh (78—92 din/kWh). Kako računa, da se u Njemačkoj one količine energije, koje je on dobio u svom primjeru toplane, prodaju po 7—8Pf/kWh (105—120 din/kWh), to smatra da čitav pothvat ima još dovoljnu dobit i na temelju svog primjera zaključuje općenito, da se može uzeti, da se prosječno u toplanama zarađuje 1,5 Pf/kWh (22,5 din/kWh), što daje, s obzirom na uložena investiciona sredstva, uz puno pokrivanje svih obaveza, čistu korist od 3,9—5,7%.



Sl. 2. Potrošak topline u ovisnosti o temperaturi kod koje se odvodi toplina za daljinsko grijanje.

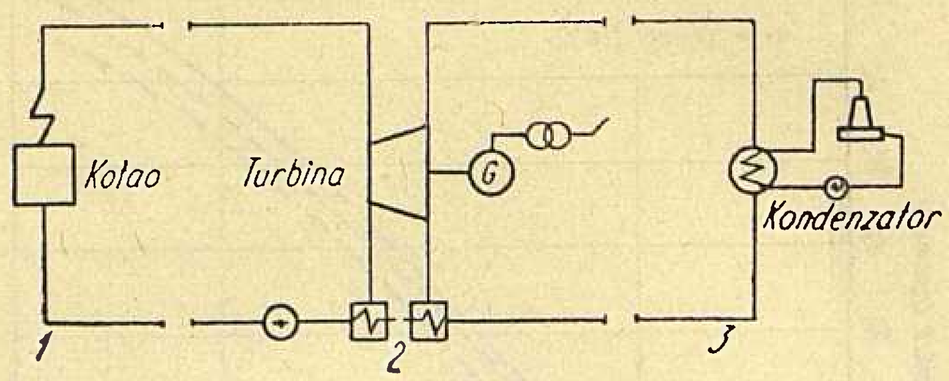
Zavisi svakako o tome, koje je komunalno ili državno ili privatno tijelo uložilo investiciona sredstva u izgradnju toplane, koji će se sistem proračuna raspodjele troškova promijeniti, t. j. da li će se tražiti veća dobit na električnoj ili na toplinskoj energiji.

Osnovna je međutim opća konstatacija, da ukoliko postoji toplinski konzum s dovoljno sati godišnjeg iskorištenja, i ako je osnovna koncepcija ispravno postavljena, da je toplana apsolutno rentabilna investicija, a pitanje, kako će se tarifirati električna i toplinska energija, je sekundarno i stvar je dobre komercijalne politike.

Spomenuto je da je trajanje korištenja toplinske energije važan faktor za određivanje rentabiliteta toplane. K tome treba dodati još slijedeće faktore: stepen istovremenosti dobave struje i topline te temperatura korisne topline.

Schulz je u svom referatu dao pregled ovih upliva na interesantan način, pa dajemo skraćeni izvod, kako slijedi:

Radi olakšanja promatranja zamišljeno je kombinirano postrojenje, koje može dati istovremeno 1 MW električne energije i 1 Gcal/h toplinske energije, sa takovim parametrima svježe pare, da u čistom kondenzacionom pogonu kod —25° kondenzacione temperature ima potrošnju topline 2250 kcal/kWh. U sl. 2 je prikazan pomoću linije, a i skale, ukupni potrošak topline takovog postrojenja, ako se temperatura odavanja topline mijenja od 25° do 150° C. Budući da vodoravna linija 1 daje potrošak topline kod isključive dobave struje, to je prema danim predpostavkama diferencija a — 1 sa skalom d neposredna mjera za potrošnju topline kod isključive dobave toplinske energije. Količina uložene energije u ovom slučaju kod 25° C = 0, a kod 125° C dostiže vrijednost od 0,5 Gcal/h.



Sl. 3. Investicije za termoelektranu

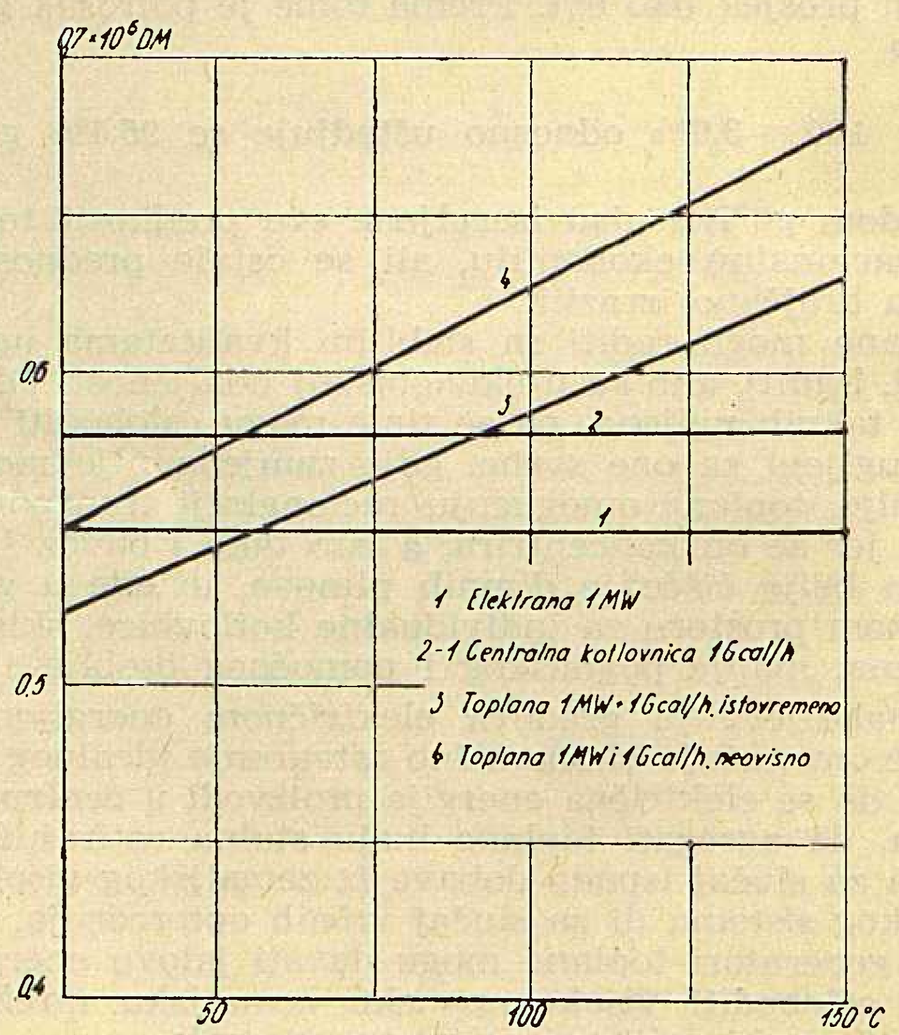
1 — Uređaj za proizvodnju topline, 140.000 DM/Gcal/h (21,000.000 din/Gcal/h)
2 — Uređaj za pretvaranje energije, 200.000 DM/MW (30,000.000 din/MW)
3 — Uređaj za odvod topline, 25.000 DM/Gcal/h (3,750.000 Din Gcal/h)

Linija 2 sa skalom d daje dodatnu potrošnju topline, ako se pored struje proizvodi toplina u centralnoj kotlovnici od 80% stupnja djelovanja. Potrošnja iznosi tada konstantno 1,25 Gcal/h, pa je dakle kod temperature od 125° C veća za 2,5 puta, nego li kod toplane.

Linije b i c sa skalom b i c daju još dodatnu količinu potrošnje topline kod nepovoljnijih stanja svježe pare (2,75 i 3,25 Gcal/MWh kod 25° C kondenzacione temperature).

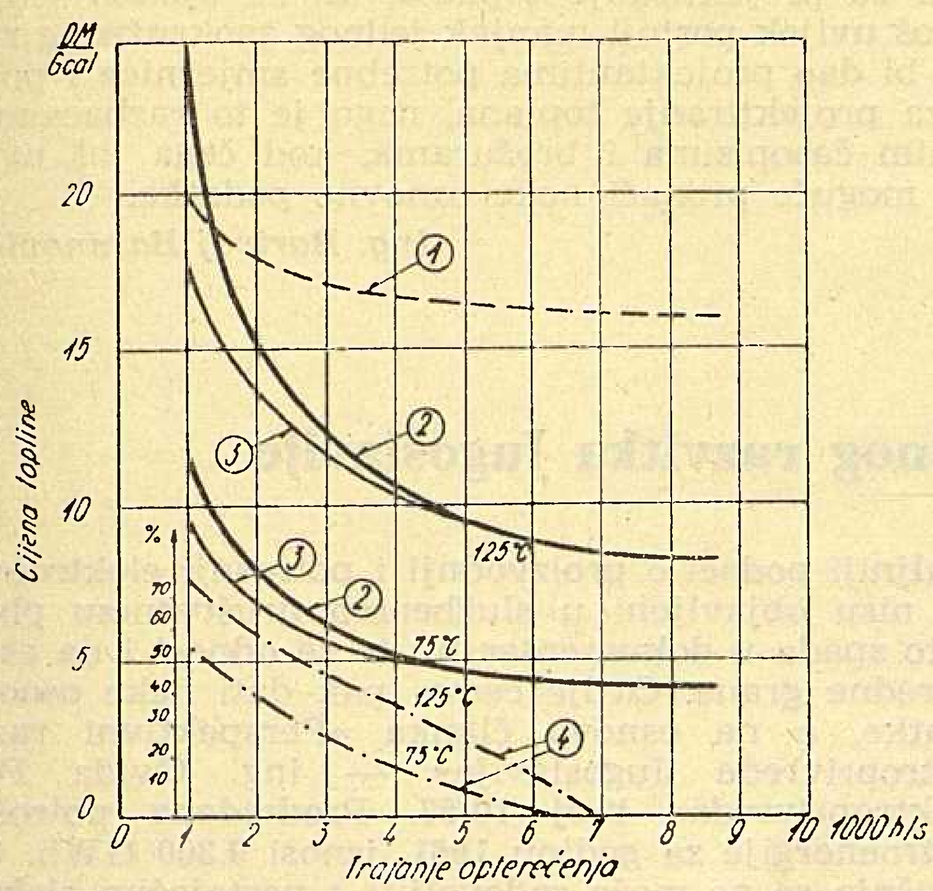
Smanjenje pogonskih troškova povezano sa uštedom goriva postizava se sa povećanjem investicionih troškova, koje zahtijeva izgradnja postrojenja za kombiniranu proizvodnju topline i električne energije. Proračunate su zato investicije uređaja snage 1 MW i učina 1 Gcal/h, uz pojednostavljenja, koja su navedena na sl. 3.

Na sl. 4. je dan rezultat proračuna investicija opet u ovisnosti od temperature. Linija 1 odgovara konstantnim investicijama čiste visokotlačne kondenzacione elektrane (0,55 x 10^6 DM/MW, odn. 8,22 x 10^6 din/MW), linija 2—1 konstantnoj cijeni centralne kotlovnice sa 30.000 DM (4,5 x 10^6 din) po Gcal/h (uzet je niskotlačni



Sl. 4. Investicije u ovisnosti o temperaturi kod koje se odvodi toplina za daljinsko grijanje.

parni kotao na ulje; zagrijač vode grijan uljem stoji polovicu). Kod linije 3 je pretpostavljeno, da postoji potražnja za struju i toplinu istovremeno, (faktor istovremenosti = 1). To je osobito slučaj, ako obe vrsti energije imaju veliko vrijeme iskorištenja, kao na pr. većinom u kemijskim industrijama. U tom slučaju može postrojenje biti tako projektirano, da bez dobave topline ne može davati struju. Linija 3 prolazi ispod linije 1 kod niskih temperatura, jer ne sadržava



Sl. 5. Cijena toplina u ovisnosti od trajanja opterećenja

1 – Centralna kotlovnica
2 – Toplana bez vršnog postrojenja
3 – Toplana sa vršnim postrojenjem
4 – Udio vršnog postrojenja u % maksimalnog opterećenja

cijenu uređaja za odvod topline. Kod linije 4 je pretpostavljeno, da treba davati struju i toplinu neovisno jedno o drugome. To omogućuje kako je poznato toplana sa kondenzacijom, t. j. koja ima kondenzacione agregate s normalnim kondenzacionim uređajima. Vidi se, da investicioni troškovi, jednako kao i proizvodni troškovi rastu s temperaturom. Postoji iznimka jedino u slijedećem slučaju: ako potražnja struje ima izrazito vršni karakter (t. j. ako je stepen istovremenosti struje i topline vrlo malen) tada se može struju i toplinu za vrijeme vršnog opterećenja odavati odvojeno iz pomoćne kotlovnice i iz termoelektrane kod koje postoji mogućnost oduzimanja topline; izvan vršnog opterećenja može se kotlovnica obustaviti, a struja i toplina davati iz elektrane. Pogonski troškovi odgovaraju tada gotovo toplani, a investicini troškovi naprotiv samo liniji 2 na sl. 4. Cijena za sve uređaje zajedno može biti na taj način, naročito kod visokih temperatura, znatno smanjena.

Za ekonomičnost mjerodavni su ukupni troškovi, koji kod visokog udjela stalnih troškova zavise naročito od trajanja opterećenja. Kod proračuna je uzeto, da su troškovi posluge i uzdržavanja stalni troškovi i to za toplanu oko 8.000 DM/god. (1,2 milijuna din/god) po potrošenom Gcal/h, a za centralnu kotlovnicu 10.000 DM/god. (1,5 milijuna din/god) po Gcal/h. Osim toga je uzeto za ukupne anuitete u toplani 13%, u kotlovnici 11%, a kao cijena goriva 12,3 DM/Gcal, odn. 1750 din/Gcal.

U sl. 5. prikazani su troškovi proizvodnje topline uz pretpostavku zadane cijene struje. Vidi se *velika prednost toplana naročito kod velikih trajanja iskorištenja i niskih temperatura.* Kod 125° i 1500 h/god. su toplana i centralna kotlovnica skoro jednako vrijedni; toplana ne domaša ovdje prema kotlovnici nikakvu dobit (ali naravno dobit postoji gledano prema individualnim kotlovnicama, čiji investicioni i pogonski troškovi leže 50% više).

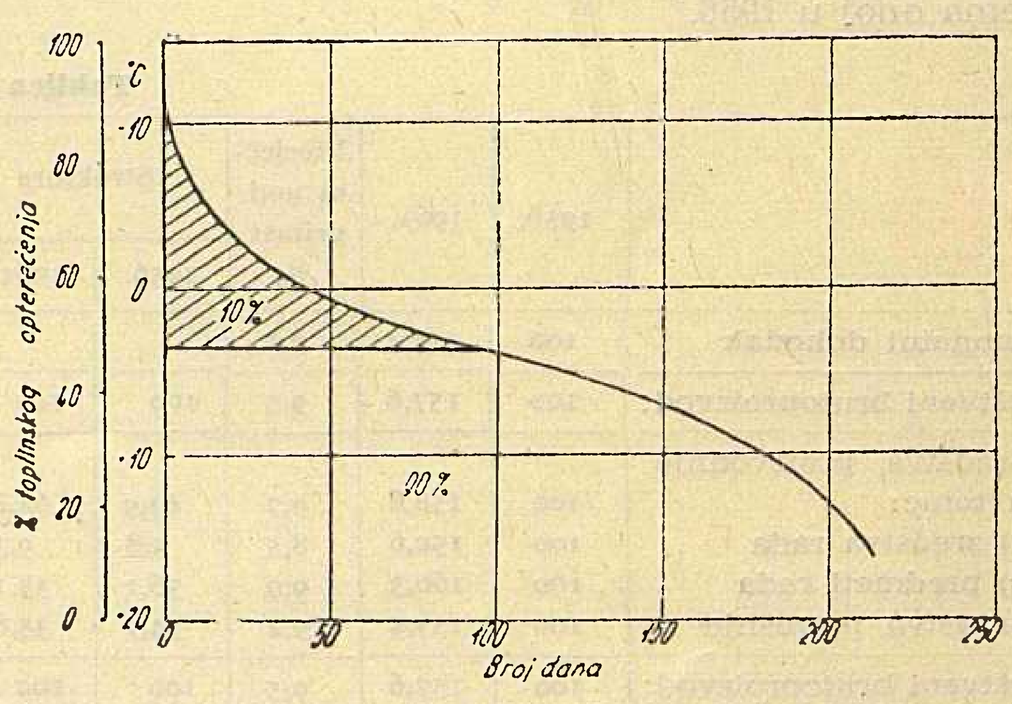
Ekonomičnost toplane sa malim trajanjem iskorištenja može se međutim poboljšati pomoću jeftinih vršnih uređaja. Vršni uređaj sastoji se iz niskotlačnog kotla na ulje ili kod vode kao nosioca topline, iz zagrijača vode. Ovaj zagrijač preuzima za vrijeme vršnog opterećenja jedan dio dobave, na pr.: dio $x<1$ i time jedan mali dio godišnje proizvodnje, koji kod grijanja prostorija po iskustvu iznosi samo x^4; na pr. $x^4 = 0{,}1$ kod $x = 0{,}56$. Taj odnos se dobiva iz poznate klimatske krivulje (sl. 6), koja za srednju zimu pokazuje visoki, ali veoma uski vršak.

U sl. 5. uneseno je pojeftinjenje topline kod optimalne primjene ovakovih vršnih uređaja kod čega je udio vršnog uređaja u godišnjoj proizvodnji uzet da raste kod većeg trajanja korištenja (on raste od $x^4 \ll 1$ kod 2.000 h/god. na $x^4 < 1$ kod 8.000 h). Vidi se da se dobit kod visokih temperatura i niskih trajanja iskorištenja najviše poboljšava radi visokih stalnih troškova u toplani. Kod niskih temperatura također nije to poboljšanje zanemarivo.

Tabela 1. Potreba topline za grijanje

	Srednja temperatura zraka u prostoriji °C	Trajanje grijanja dnevno %	God. iskorištenje maks. opterećenja sati
Bolnice	20	100	2440
Stanovi, potpuno grijani	19	100	2440
Stanovi, djelomično grijani	17.5	100	2050
Uredi, potpuno grijani	18	100	2120
Uredi, djelomično grijani	17	90	1900
Škole, potpuno grijane	17	75	1490
Škole, poludnevno grijane	15	75	1250

Na dnu sl. 5. unešen je udio učina vršnog uređaja koji može iznositi do 70%. Ovakav način pokrivanja vršnog opterećenja ima smisla samo onda, ako je dodatni izvor topline znatno jeftiniji od toplane, a to nije slučaj kod reducirane pare iz novog visokotlačnog postrojenja, kako se to neki put upotrebljava, jer se ovdje ušteđuje samo ionako jeftinije mašinsko postrojenje, a ne i skupo kotlovsko postrojenje.



Slika 6.

U sistem kombiniran iz toplane i električne energije može se uključiti i plinske turbine na ulje kao vršni uređaj u vezi s mrežom sa toplom vodom. Uređaji sa jedinicama od 25 MW, koji će služiti za pokrivanje vršnih opterećenja su u gradnji do sada u dva grada. Ovdje se mogu napomenuti i plinske turbine, koje rade sa zatvorenim kružnim procesom i zagrijačem zraka na ugljenu prašinu, t. j. turbine na vrući zrak, koje se također mogu upotrebiti za pokrivanje vršnih opterećenja struje u vezi sa daljinskim grijanjem preko mreže s toplom vodom. Također i ovakova dva uređaja po 12,5 MW su u gradnji.

Kako se iz gornjeg izlaganja vidi, veoma je važno kod toplana s ogrjevnim konzumom ispravno unaprijed

procijeniti konzum uopće, a naročito trajanje opterećenja, jer o tome zavisi i osnovna koncepcija čitavog sistema i njegov rentabilitet.

Za određivanje godišnje potrošnje topline i trajanja opterećennja postoji rad prof. dr. ing. R a i s s a, čiji su podaci sadržani u tabeli 1 (Heizung und Lüftung Bd. 3, 1952.).

Znatno povećanje potrošnje topline donosi kod kućnih instalacija istovremeno dobava za kućanske potrebe, za koju treba predvidjeti oko 20—30% povećanja godišnje količine za grijanje prostorija. Radi različitog vremena upotrebe ovih vrsta toplina, povećanje vršnog opetrećenja iznosi samo 10—15%.

Za snabdijevanje industrije sa toplinom za koje je potrebna pretežno para, za određivanje godišnje potrebe, maksimalnog opterećenja i t. d., poželjna je suradnja potrošača i dobavljača, kako bi se postiglo što veće trajanje opterećnja i niža temperatura, odnosno tlak. Kod snabdijevanja industrijskih pogona dolazi često do potrebe raznih tlakova, koji se malim promjenama i malim troškovima mogu kod potrošača znatno ujednačiti.

Zaključno se može reći, da je sastanak u Stuttgartu pokazao, da se već daleko došlo sa sistematiziranjem raznih tehničkih i ekonomskih elemenata, koji su odlučni za projektiranje toplana, ali se ujedno vidjelo, da još uvijek postoji manjak jednog zaokruženog rada, koji bi dao projektantima potrebne smjernice i podatke za projektiranje toplana, nego je to razbacano po raznim časopisima i brošurama, kod čega još uvijek nije moguće pronaći neke osnovne podatke.

Ing. Borivoj Baranović

Energetika u društvenim planovima privrednog razvitka Jugoslavije

U Službenom listu FNRJ broj 53 od 25. prosinca 1957. objelodanjen je »Društveni plan privrednog razvitka Jugoslavije od 1957. do 1961. godine.

Plan je postavljen na bazi ostvarenih materijalnih i društvenih uvjeta proizvodnje u proteklom periodu i osnovnih ekonomsko-političkih zadataka, koje treba ostvariti u periodu od 1956. do 1961. Prema tome plan obuhvaća period od 5 godina, t. j. 1957. kao prvu godinu i 1961. godinu kao zadnju godinu, dok je godina 1956. uzeta kao bazna godina.

Na bazi podataka iz objavljenog plana sastavili smo tablicu 1. iz koje vidimo predviđeno kretanje ukupnog društvenog bruttoprodukta i nacionalnog dohotka. Bruttoproizvod je raščlanjen jedamput na sredstva proizvodnje i sredstva potrošnje, a drugi put na osnovne privredne oblasti. Osim toga dajemo u toj tablici i kretanje važnijih proizvoda iz energetike; osim indeksa i prosječnog godišnjeg priraštaja ovdje su dani i podaci u naturalnim jedinicama mjere. Iz tablice 1. se također vidi promjena strukture bruttoprodukta u godini 1961. prema onoj u 1956.

Tablica 1.

	1956.	1961.	Prosječni god. prirast %	Struktura 1956.	Struktura 1961.
Nacionalni dohodak	100	154,4	9,1		
Društveni brutoproizvod:	100	157,6	9,5	100	100
1. Sredstva proizvodnje					
u tome:	100	158,8	9,7	63,9	64,4
a) sredstva rada	100	150,6	8,5	9,8	9,3
b) predmeti rada	100	160,3	9,9	36,1	55,1
2. Sredstva potrošnje	100	155,4	9,2	54,1	35,6
Društveni brutoproizvod:	100	157,6	9,5	100	100
1. Industrija	100	168,0	11,0	53,2	56,8
2. Poljoprivreda	100	142,7	7,4	20,6	18,5
3. Šumarstvo	100	102,9	0,6	2,1	1,4
4. Građevinarstvo	100	167,3	10,9	6,4	6,8
5. Saobraćaj	100	154,3	9,1	6,5	6,4
6. Trgovina, ugostiteljstvo i turizam	100	141,1	7,1	5,9	5,3
7. Zanatstvo	100	143,2	7,4	5,3	4,8
Važniji proizvodi energetike:					
Električna energija (GWh)	100 (5.047)	184 (9.300)	12,9		
Ugljen (1.000 tona)	100 (17.101)	148 (25.300)	8,1		
Sirova nafta (1.000 tona)	100 (294)	289 (850)	23,7		
Prerada nafte (1.000 tona)	100 (890)	152 (1.350)	8,7		

Detaljniji podaci o proizvodnji i potrošnji elektroenergije nisu objavljeni u službenom društvenom planu, jer to spada u dokumentaciju; to se odnosi i na ostale privredne grane. Ovdje ćemo ipak dati neke osnovne podatke, a na osnovu članka »Perspektivni razvoj elektroprivrede Jugoslavije« — ing. Gvida Preci »Elektroprivreda« broj 10/57. Predviđena potrošnja elektroenergije za godinu 1961. iznosi 9.300 GWh. Ova potrošnja se ne može zadovoljiti s postojećim elektranama, a niti s onima koje se nalaze u gradnji i to niti u srednje vlažnoj, a pogotovo ne u srednjesušnoj godini. Bilanca bi izgledala ovako (u GWh):

	1961. Srednje vlažna	1961. Srednje sušna
Potrebe	9.300	9.300
Proizvodnja postojećih i onih u gradnji HE i TE	7.600	7.450
S a l d o	— 1.700	— 1.850

Da bi se pokrio ovoliki manjak, predviđena je izgradnja novih elektrana i proširenje nekih postojećih. Sve ove nove i proširene elektrane trebale bi ući u pogon do godine 1962., a u 1961. za slučaj srednje vlažne godine bila bi bilanca uspostavljena, dok za slučaj srednje sušne godine, dobila bi se slijedeća mogućnost proizvodnje:

	1961. god. srednje sušna
HE postojeće i u gradnji	4.800 GWh
TE postojeće i u gradnji	2.650 GWh
HE i TE nove i proširene	1.700
U k u p n o :	9.150 GWh
Potrebe	9.300 GWh
S a l d o	— 150 GWh

Prema tome vidimo da bi se i opet pojavio manjak od 150 GWh. Međutim, u srednje sušnoj godini, da bi se smanjilo potrebu za termoenergijom, svakako je racionalno izvršiti redukciju nekih velepotrošača, u prvom redu kod proizvodnje karbida i ferolegura, jer je tu redukcija najlakša i najekonomičnija. Tako reducirana potreba iznosila bi 8.850 GWh, a tada bi se pojavio višak od 300 GWh i u srednje sušnoj godini.

S obzirom da izgradnja velikih elektrana traje 3 do 5 godina, nije bilo dovoljno predvidjeti bilancu samo do godine 1961, nego se predviđa početak izgradnje onih elektrana koje će početi ulaziti u pogon poslije 1962., jer bi se inače već u godini 1963. pojavio manjak od 280 GWh, koji bi do godine 1966. narastao na 3.460 GWh.
Struktura proizvodnje za srednje vlažnu godinu u 1961. predviđa se:

HE	6.000 GWh	64,5%
TE	3.300 GWh	35,5%
Ukupno:	9.300 GWh	100,0%

U godini 1965. ova struktura će biti:

HE	9.700 GWh	71%
TE	4.000 GWh	29%
Ukupno:	13.700 GWh	100%

Hidroenergetski potencijal Jugoslavije će biti korišten u godini 1961. oko 10%, a u godini 1965. oko 16%.
Potrebne investicije za ostvarenje prednjeg plana iznose 173.000 milijuna dinara od čega otpada 47.366 milijuna na dovršenje započetih objekata, 30.000 milijuna na elektrane koje ulaze u pogon poslije godine 1962., na DV i TS 220 i 110 kV 32.339 milijuna, na rezervu i studije i istraživanja 5.480 milijuna i na objekte koji ulaze u pogon do godine 1962 57.815 milijuna. Za dovršenje svih objekata trebati će još 51.151 milijun poslije godine 1961. tako, da bi ukupne investicije iznosile 224.151 milijun za dovršenje svih objekata započetih prije 1961. U ovom planu nisu obuhvaćene mreže srednjeg i niskog napona.
Izbor elektrana koje treba graditi dijelom je izvršen, a dijelom će se izvršiti na bazi uporedne ekonomsko-tehničke dokumentacije, što ranijih godina nije bio slučaj, jer nije bila pripremljena dokumentacija za više objekata, pa je izbor bio ograničen, a dijelom i bez dovoljne dokumentacije.
U Službenom listu FNRJ broj 54 od 28. XII. 1957. objelodanjen je Savezni društveni plan za godinu 1958.

Osnovne postavke plana privrednog razvitka za 1958. baziraju na procjeni ostvarenja privrednih dostignuća u 1957., i na općim privredno-političkim smjernicama za razvitak u 1958. Indeksi dostignuća dani su u odnosu na ostvarenja u 1956. kao čvrstom osloncu. Osim toga dan je odnos 1958:1957. (procjena).
Analizom kretanja razvitka u godini 1957. ocjenilo se, da će povećanje industrijske proizvodnje iznositi 16% mjesto 13%, kako je bilo predviđeno Društvenim planom za 1957. Među glavnim faktorima, koji su omogućili povećanje industrijske proizvodnje, navodi se i *normalnija snabdijevenost industrije energijom svih vrsta.*

Tablica 2.

	1956.	1957. Društveni plan	1957. Procijenjeno	Društveni plan 1958.	1958./1957.
Industrija - ukupno:	100	113	116	128	111
Elektroenergija	100	118	121	137	112
Proizvodnja i prerada uglja	100	108	107	113	106
Proizvodnja i prerada nafte	100	127	130	146	112
Društveni bruttoproizvod	100		118,3	125,7	107,1
Nacionalni dohodak	100		121,7	126,3	103,8

Tablica 2., koju smo sastavili na bazi podataka iz Društvenog plana za 1957. i Društvenog plana za 1958., daje nam pregled kretanja za ukupnu industrijsku proizvodnju i posebno za grane energetike, a osim toga možemo vidjeti i kretanje sveukupnog društvenog bruttoprodukta i nacionalnog dohotka kao ekonomskih kategorija koje sumiraju cjelokupno kretanje nacionalne privrede.
Proizvodnju najvažnijih proizvoda energetike prikazuje tablica 3.

Tablica 3.

	Jed. mjere	1956. ostvareno	1958. predviđeno	Indeks 1958/1956.
Elektroenergija	GWh	5.047	6.900	137
Ugljen	000 t	17.101	19.700	115
Sirova nafta	000 t	294	450	153
Prerada nafte	000 t	890	1.700	120

Indekse industrijske proizvodnje po ekonomsko-tehnološkim grupacijama prikazuje tablica 4.

Tablica 4.

	1958/1957.	1958/1956.
Energetika	114	128
Reprodukcioni materijal	110	129
Materijal za građevinarstvo	113	124
Oprema	110	122
Artikli za osobnu potrošnju	111	130
Ukupno industrija	111	128

Ing. Ivan Žanić

Uputa za brzo određivanje doprinosa iz osobnog dohotka i doprinosa iz dohotka privredne organizacije

Doprinos budžetima iz osobnog dohotka radnika i doprinos iz dohotka privrednih organizacija predstavljaju u godini 1958. novitet, a njihovo određivanje za potrebe plana 1958. zahtijeva dosta vremena. Stopa, koja je progresivna, primjenjuje se na bruto osnovice (u kojima su sadržani svi doprinosi), a proračun doprinosa budžetima iz osobnog dohotka treba provesti za plaće iz g. 1957. i za 100% mjesečnih primanja u 1958., posebno za mjesece u kojima su ona jednaka tarifnom stavu u 1958., a posebno za mjesece u kojima su veća.

Ovaj posao je veoma dug i donekle složen. Može se međutim znatno pojednostavniti i tako mnogo uštediti na vremenu, ako

1. *izradimo pregled svih doprinosa budžetima iz osobnog dohotka po priređenim obrascima 1—4,* te ako
2. *kod iznosa minimalnih osobnih dohodaka M — i odgovarajuće razlike dijela dohotka koji služi za potrebe privredne organizacije R, doprinos Do iz dohotka privredne organizacije računamo po formuli*

$$D_0 = 2{,}57143\ R - 0{,}98029\ M.$$ [1])

Upotreba obrazaca i formule je jednostavna i ne zahtijeva posebnog detaljnijeg komentara. (U obrascima masnije odštampan primjer trebao bi prikazati način njihova korištenja). Kod njihove izrade uzete su u obzir neke postavke iz »Metodologije za izradu plana elektroprivrede za g. 1958.« i to

a) minimalni lični dohodak računa se na osnovu plaća po rješenjima iz 1957 [2]);

b) plaće u 1958. uzimaju se u prosjeku 10% većim od onih u 1957. (rezultat analitičke procjene radnih mjesta);

c) u godini 1958. planira se isplata 2,4 tako dobivenih plaća iznad plaća po tarifnom pravilniku;

d) doprinosi za socijalno osiguranje i za stambeni fond računaju se po stopi 24 + 7 = 31% od bruto iznosa (osnovica = neto primanja + dopinos za socijalno osiguranje + doprinos za stambeni fond [3]).

Da bi se međutim vidjelo kojim putem se je došlo do rezultata pod 1) i 2), daje se ovaj komentar:

Doprinos budžetima iz osobnog dohotka

Član 21. Zakona o doprinosu budžetima iz osobnog dohotka radnika propisuje stopu doprinosa koja je progresivna a primjenjuje se na bruto osnovicu t. j. osnovica = neto primanja + soc. doprinos + stamb. doprinos + doprinos budžetima.

Stope po članu 21. Zakona Tabela 1

Osnovica doprinosa	Doprinos računa po stopi
do 20.000	10%
20.000 do 40.000	2.000 + 15% od iznosa preko 20.000
40.000 do 60.000	5.000 + 20% od iznosa preko 40.000
60.000 do 100.000	9.000 + 30% od iznosa preko 60.000
preko 100.000	21.000 + 40% od iznosa preko 100.000

Da bi se olakšalo izračunavanje doprinosa za zadane iznose plaća, odredit ćemo stope koje treba primjenjivati na neto primanja.

[1] Ovaj iznos vrijedi, ako je kvocijent $\frac{R}{M}$ veći od 0,49848. Općenito čl. 18 Zakona o doprinosu iz dohotka privrednih organizacija daje:

kod R : M = ispod 0,25 $D_0 = 0$

R : M = od 0,25 do 0,3625 $D_0 = \frac{1}{3} R - \frac{0,25}{3} M$

R : M = od 0,3625 do 0,4385 $D_0 = \frac{31}{19} R - \frac{10,525}{19} M$

R : M = od 0,4385 do 0,49848 $D_0 = \frac{7}{3} R - \frac{2,5848}{3} M$

R : M = iznad 0,49848 $D_0 = \frac{72}{28} R - \frac{27,448}{28} M$, a to je gore navedena formula.

[2] za nova radna mjesta treba također uzeti za start odgovarajuće iznose plaća u 1957. godini.

[3] Obrasci i formula mogu se lako preraditi za neke druge odnose od onih koje propisuje spomenuta »Metodologija«.

Prema ovako određenim stopama poznata neto primanja u godini 1957. preračunat ćemo na bruto iznose, t. j. uključivo s doprinosima za socijalno osiguranje, stambeni fond i doprinosima budžetima. Iznos od 80% ovih bruto primanja su minimalni osobni dohoci, jedan od elemenata za utvrđivanje doprinosa iz dohotka privredne organizacije.

Doprinose budžetima treba također odrediti za planirane plaće iz 1958. (= plaće iz 1957. povećane za 10%) te za ukupna neto primanja u mjesecima u kojima se vrši isplata preko plaća u tarifnom pravilniku. Uz pretpostavku da će se isplata preko plaća u tarifnom pravilniku[4]) izvršiti u jednom mjesecu, dobivamo za 11 mjeseci neto primanja u visini 1,1 . P_{57}, a u XII.. mjesecu u visini (1 + 2,4) . 1,1 . P_{57} = 3,74 P_{57}.

Da se izbjegne izračunavanje za svaki pojedini slučaj, grupiramo sve plaće na koje se po članu 21 Zakona primjenjuje ista stopa.

Budući da je povećanje od 10% prosječno, a ne individualno, to nas ni ne interesira za svako radno mjesto, iznos povećanja 10%, kao ni iznos 2,4 plaće preko plaća po tarifnom pravilniku. Cijeli račun reducirati ćemo stoga na P_{57} (plaće po rješenjima iz 1957.) i odrediti p o v e ć a n e stope za takve s m a n j e n e osnovice.

Kod navedenih stopa doprinosa za socijalno osiguranje i stambeni fond 24 + 7 = 31%, ako označimo s P plaću, s O osnovicu i s D_s doprinos za soc. osiguranje i stambeni fond imamo

$$P = 0,69 \cdot O, \text{ tj. } O = \frac{P}{0,69},$$

odnosno

$$D_s = 0,31 \cdot O = 0,31 \cdot \frac{P}{0,69} = 0,44928 \cdot P$$

od čega otpada na socijalno osiguranje 0,34783 . P, a na stambeni fond 0,10145 . P.

Cijeli tok računa prikazan je u tabeli 2., gdje su radi bolje preglednosti razmatrani odnosi za pet »pozicija« t. j. prvih 20.000 Din mjesečne osnovice za doprinos po članu 21. Zakona, za daljnjih 20.000, (t. j. za raspon od 20.000 do 40.000), za daljnjih 20.000 (raspon od 40.000 do 60.000), za daljnjih 40.000 (raspon od 60.000 do 100.000) i za daljnjih 100.000 (raspon od 100.000 do 200.000). Kako međutim za poziciju 5 član 21 ne postavlja gornju granicu, odnosi iz pozicije 5 vrijede za sve osnovice preko 100.000.

Nakon izdvajanja doprinosa budžetima iz kolone (2) tabela 2, od ostatka u koloni (4) otpada 0,31 na D_s, a 0,69 na neto primanja. Iznosi ovih neto primanja navedeni su u koloni (5), a u koloni (6) odgovarajući procenti koji daju doprinos iz kolone (2).

[4] Sastanak planera elektroprivrede Hrvatske.

Usporedni pregled Tabela 2

Pozicija	Osnovica doprinosa po čl. 21 Zakona - razlika između dviju pozicija	Odgovarajući doprinos po čl. 21 Zakona - razlika između dviju pozicija	Doprinos iz kol. 4 u procentima (čl 21.) $\frac{(2)}{(1)} \cdot 100$	Ostatak nakon izdvajanja doprinosa = mjesečna neto primanja + soc. dopr. + stamb. fond (1) — (2)	Odgovarajuća mjesečna neto primanja = kolona (4) umanjena za soc. dopr. (24%) i stambeni fond (7%) 0,69 · (4)	Procent koji je primjenjen na kolonu (5) daje doprinos iz kolone (2) $\frac{(2)}{(5)} \cdot 100$	Iznos plaće u 1957. koji uvećan za 10% daje podatak u koloni (5) (5) : 1,1	Procent koji primijenjen na kolonu (7) daje doprinos iz kolone (2) $\frac{(2)}{(7)} \cdot 100$	Iznos plaće u 1957. koji uvećan 3,74 puta daje podatak u koloni (5) (5) : 3,74	Procent koji primijenjen na kolonu (9) daje doprinos iz kolone (2) $\frac{(2)}{(9)} \cdot 100$
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20.000	2.000	10%	18.000	12.420	16,103	11.291	17.713	3.321	60,223
2	daljnjih 20.000	3.000	15%	17.000	11.730	25,575	10.664	28,132	3.136	95,663
3	daljnjih 20.000	4.000	20%	16.000	11.040	36,232	10.036	39,857	2.952	115,501
4	daljnjih 40.000	12.000	30%	28.000	19.320	62,112	17.564	68,322	5.166	232,288
5	daljnjih 100,000	40.000	40%	60.000	41.400	96,618	37.636	106,281	11.069	361,370

Ovaj dio tabele (kolona 5 i 6) reproduciran je u tabeli 3 i moći će se općenito upotrebljavati pri obračunavanju doprinosa u 1958. godini.

a) Određivanje doprinosa budžetima iz minimalnih osobnih dohodaka

Tarifne stavove prema tarifnom pravilniku privredne organizacije donesenom po odredbama Saveznog društvenog plana za 1957. treba u smislu člana 401 Zakona o radnim odnosima, preračunati na nove iznose uključivanjem odgovarajućih doprinosa, koji se plaćaju iz osobnog dohotka radnika. Iznos od 80% ovako preračunatog tarifnog stava je minimalni osobni dohodak. Na pr.

Kod neto primanja	Din	12.420.–
doprinos za soc. i stamb. iznose,	Din	5.580.–
a doprinos budžetima	Din	2.000.–
Preračunati tarifni stav	Din	20.000.–
Minimalni osobni dohodak . . .	Din	16.000.–

b) Određivanje doprinosa budžetima za mjesece kad neto primanja iznose 1,1 . P_{57}

Iz uvjeta

$$1{,}1 \;.\; P_{57} = (5)\ ^{5)}$$

dobivamo

$$P_{57} = \frac{(5)}{1{,}1} = (7)$$

odnosno u postocima

$$\frac{(2)}{(7)} \cdot 100 = (8)$$

c) Određivanje doprinosa budžetima za mjesec kad neto primanja iznose (1 + 2,4). 1,1 . P_{57} = 3,74 . P_{57}

$$3{,}74 \;.\; P_{57} = (5)$$

$$P_{57} = \frac{(5)}{3{,}74} = (9)$$

odnosno u postocima

$$\frac{(2)}{(9)} \cdot 100 = (10)$$

Sređeni podaci iz kolona 5—10 prikazani su u tabelama 3, 4 i 5.

Preračunate stope koje se primjenjuju na mjesečna neto primanja Tabela 3

Mjesečna neto primanja	Doprinos budžetima računa se po stopi
I. do 12.420	16,103%
II. 12.420 do 24.150	2.000 + 25,575% na iznos preko 12.420
III. 24.150 do 35.190	5.000 + 36,232% na iznos preko 24.150
IV. 35.190 do 54.510	9.000 + 62,112% na iznos preko 35.190
V. preko 54.510	21.000 + 96,618% na iznos preko 54.510

Preračunate stope na plaće iz 1957. kod povećanja plaća u 1958. za 10% (kolona 7 i 8) Tabela 4

Plaća 1957.	Doprinos budžetima računa se po stopi
a) do 11.291	17,713%
b) do 21.955	2.000 + 28,132% na iznos preko 11.291
c) do 31.991	5.000 + 39,857% na iznos preko 21.955
d) do 49.555	9.000 + 68,322% na iznos preko 31.991
e) preko 49.555	21.000 + 106,281% na iznos preko 49.555

Preračunate stope na plaće iz 1957. kod mjesečnog 3,74-strukog povećanja u 1958. (kolona 9 i 10) Tabela 5

Plaća 1957.	Doprinos budžetima računa se po stopi
A do 3.321	60,223%
B do 6.457	2.000 + 95,663% na iznos preko 3.321
C do 9.409	5.000 + 135,501% na iznos preko 6.457
D do 14.575	9.000 + 232,288% na iznos preko 9.409
E preko 14.575	21.000 + 361,370% na iznos preko 14.575

[5] Brojevi u zagradama predstavljaju kolonu iz tabele 2 gdje su navedeni odgovarajući iznosi.

Kod određivanja doprinosa budžetima na pr. iz minimalnih osobnih dohodaka treba sabrati sve plaće iz 1957., koje se kreću do 12.420, od 12.420 do 24.150, od 24.150 do 35.190, od 35.190 do 54.210 i preko 54.510 dinara. Na sve plaće unutar jedne od tih grupa treba primjenjivati istu stopu (na pr. na plaće unutar 12.420 i 24.150 stopu od 2.000 + 25,575%).

Na obrascu 1 i 2 prikazano je kako se plaće pojedinih radnih mjesta (izvršilaca!) jednostavno i istovremeno grupiraju u grupe I—V, a) — c) i A do E. Račun Minimalnih osobnih dohodaka izveden je na obrascu 3, a doprinosa budžetima iz ukupnih osobnih dohodaka na obrascu 4 i to po grupama .Ukupni neto iznosi minimalnih osobnih dohodaka, ukupna neto primanja u 1958 i doprinosi za socijalno osiguranje i stambeni fond izračunati su skupno za cijelu privrednu organizaciju ili skupno za jednu od režija strukture cijene.

Radi lakšeg praćenja primjera promjenljivi elementi štampani su masnije.

Ispitajmo još kako se kod pretpostavljenog povišenja od 10% i planiranih 2,4 plaće više, ukupni osobni dohoci odnose prema minimalnim osobnim dohocima. Ako plaće u 1957. označimo s P_{57}, onda neto primanja iz minimalnih osobnih dohodaka iznose oko 0,8 , P_{57}, a ukupna neto primanja u 1958.

$$\left(1 + 0{,}10 + \frac{2{,}4}{12}\right) \cdot P_{57} = 1{,}32 \cdot P_{57}$$

Omjer tih dviju veličina je

$$\frac{1{,}32 \cdot P_{57}}{0{,}8 \cdot P_{57}} = 1{,}65$$

Omjer ukupnih osobnih dohodaka (uključivo s odgovarajućim doprinosima) i minimalnih osobnih dohodaka je još veći zbog progresivne stope za doprinos budžetima, pa prema tome ukupni osobni dohoci u našem slučaju za više od 65% premašuju minimalne osobne dohotke.

Doprinos privredne organizacije

Iz svog dohotka Σ privredna organizacija izdvaja D_0 doprinos za opće društvene potrebe, a ostatkom podmiruje M minimalne osobne dohotke i R ostale svoje potrebe.

$$\Sigma - M + R + D_0$$

Kao osnovica za doprinos D_0 uzima se prema članu 18. Zakona o doprinosu iz dohotka privrednih organizacija samo dio dohotka preko minimalnih osobnih dohodaka t. j. $D_0 + R = \Sigma - M$. Stope su i u ovom slučaju progresivne i primjenjuju se na bruto osnovicu. Već ranije smo pokazali da elektroprivrednoj organizaciji samo za plaće preko minimalnih osobnih dohodaka M treba više od 65% M. Iz dohotka treba međutim pokriti još i druge potrebe kao i doprinos za opće društvene potrebe tako da je u našem slučaju

$$R + D_0 > 0{,}80\ M.$$

Prema tome je dovoljno da razmotrimo posljednju stopu člana 18 koja glasi

Ako dio dohotka preko minimalnih osobnih dohodaka u odnosu na minimalne osobne dohotke iznosi preko 80%, izdvaja se iz dijela dohotka preko minimalnih osobnih dohodaka doprinos iz dohotka u iznosu na 80% 37,69% + 72% na iznos viška preko 80%:

t. j. od ukupnog dohotka privredne organizacije:

M	nije podložno plaćanju doprinosa
na daljnjih 0,8 M	doprinos iznosi 37,69%
a na ostatak t. j. $R + D_0 - 0{,}8\ M$	doprinos iznosi 72%.
Na ukupni dohodak $= M + R + D_0$	doprinos D_0

To možemo pisati i u ovom obliku:

$$D_0 = \frac{37{,}69}{100} \cdot 0{,}8\,M + \frac{72}{100}(R + D_0 - 0{,}8\,M)$$

odakle sređivanjem dobivamo:

$$D_0 - 0{,}72\,D_0 = 0{,}30152\,M + 0{,}72\,R - 0{,}576\,M$$

$$0{,}28\,D_0 = 0{,}72\,R - 0{,}27448\,M$$

$$\boxed{D_0 = \frac{72}{28}R - \frac{27{,}448}{28}M} \quad \text{ili}$$

$$\boxed{D_0 = 2{,}57143\,R - 0{,}98029\,M}$$

Čl. 20—22. *Zakona o doprinosu iz dohotka privrednih organizacija* daje bliže upute kako se ovaj doprinos dijeli na federaciju, nar. republiku, kotar i komunu.

Privredna organizacija može prema ovim podacima računati potrebni dohodak.

Dohodak obuhvaća:

	Prema odabranom primjeru
a) ukupne osobne dohotke s doprinosima	25,039.551

PLAN 1958: Utvrđivanje doprinosa budžetima iz osobnog dohotka

PREGLED MJESEČNIH PRIMANJA U 1957 GODINI

Obrazac 1

Redni broj	do 3.321	od 3.321 do 6.457	od 6.457 do 9.409	od 9.409 do 11.291	od 11.291 do 12.420	od 12.420 do 14.575	od 14.575 do 21.955	od 21.955 do 24.150	od 24.150 do 31.991	od 31.991 do 35.190	od 35.190 do 49.555	od 49.555 do 54.510	preko 54.510
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		6.000	7.850	10.400	12.400	14.550	14.950	22.000	26.000	32.600	36.300		
2			8.260	11.000	11.600	14.550	15.000	22.700	30.500		38.000		
3			8.540	10.800	11.300	14.400	15.000	24.000	30.500		45.000		
4			8.300	9.520	11.600	13.800	15.230	23.500	26.200				
5				9.650	12.200	14.500	14.700		29.500				
6				10.900	12.000	13.700	14.700						
7				10.500	12.000	13.700	15.200						
8					12.000	14.500	15.250						
9					12.000		15.250						
10							19.650						
11							18.300						
12							20.500						
	—	6.000	32.950	72.770	107.300	113.700	193.730	92.200	142.700	32.600	119.300	—	—

PLAN 1958: Utvrđivanje doprinosa budžetima iz osobnog dohotka

REKAPITULACIJA MJESEČNIH PLAĆA U GODINI 1957

Obrazac 2

Kolone iz obrasca 1	Ukupno		Za min. osob. doh.		Za račun 11 mjes.		Za XII. mjesec		Kolone iz obrasca 1
	radnih mjesta	dinara	radnih mjesta	dinara	radnih mjesta	dinara	radnih mjesta	dinara	
Kol. 2	—	—					A —	—	Kol. 2
3	1	6.000					B 1	6.000	3
4	4	32.950	I 21	219.020	a 12	111.720	C 4	32.950	4
5	7	72.770							5
6	9	107.300					D 24	293.770	6
7	8	113.700			b 29	414.730			7
8	12	193.730	II 24	399.630					8
9	4	92.200							9
10	5	142.700			c 9	234.900			10
11	1	32.600	III 6	175.300					11
12	3	119.300			d 4	151.900	E 25	580.530	12
13	—	—	IV 3	119.300					13
14	—	—			e —	—			14
			V —	—					
Sveukupno	54	913.250	54	913.250	54	913.250	54	913.250	Sveukupno

b) ostale potrebe i obaveze privredne organizacije (fondovi, zak. obaveze i sličnо); pretpostavljamo da iznose 1,000.000

Ukupno za privrednu organizaciju 26,039.551

c) D_0 doprinos iz dohotka privred. organizacije

Potrebno je dakle odrediti doprinos D_0 i to ovako:

Od ukupnih potreba privredne organizacije 26,039.551

oduzmemo minimalne osobne dohotke $M =$ 14,489.640

razlika je $R =$ 11,549.911

$R : M = 11{,}549.911 : 14{,}489.640 =$
$= 0{,}7971$

Doprinos priv. organizacije prema tome iznosi

$D_0 = 2{,}57143\ R - 0{,}98029\ M$
$= 2{,}57143 \times 11{,}549.911 -$
$- 0{,}98029 \times 14{,}489.640$
$= 29{,}699.788 - 14{,}204.049$
$= 15{,}495.739$

Dohodak privredne organizacije prema tome iznosi

	M	= 14,489.640
	R	= 11,549.911
	D_0	= 15,495.739
Ukupno	Σ	= 41,535.290

Odnosno po strukturi plaće	=	14,465.880	(obrazac 4/2)
socijalni doprinos	=	5,031.667	(obrazac 4/2)
stambeni fond	=	1,467.564	(obrazac 4/2)
doprinosi budžetu	=	4,074.440	(obrazac 4/2)
ostale potrebe (fond. obav.)	=	1,000.000	
D_0	=	15,495.739	
Ukupni dohodak	=	41,535.290	

Obrazac 3

PLAN 1958: UTVRĐIVANJE MINIMALNIH OSOBNIH DOHODAKA

grupa I.: ukupni iznos plaća	219.020	×	0,16103	=	35.269	
grupa II.: ukupni iznos plaća	399.630					
Od toga za **24** radnih mjesta × 12.420	= 298.080	**24**	×	2.000	=	48.000
razlika	101.550		×	0,25575	=	**25.971**
grupa III.: ukupni iznos plaća	175.300					
Od toga za **6** radnih mjesta × 24.150	= **144.900**;	**6**	×	5.000	=	30.000
razlika	30.400		×	0,36232	=	11.015
grupa IV.: ukupni iznos plaća	119.300					
Od toga za 3 radnih mjesta × 35.190	= **105.570**;	**3**	×	**9.000**	=	**27.000**
razlika	13.730		×	0,62112	=	8.528
grupa V.: ukupni iznos plaća	—					
Od toga za — radnih mjesta × 54.510	= — ;	—	×	21.000	=	—
razlika	—		×	0,96618	=	—
Doprinos budžeta mjesečno:						185.783
Plaće 1957. (obrazac 2)	= 0,34783		×	913.250	=	913.250
Soc. doprinos	= 0,10145		×	913.250	=	317.656
Stambeni fond					=	**92.649**
Preračunate plaće 1957. sa svim doprinosima					=	1,509.338
Minimalni osobni dohoci mjesečno = 0,8 × 1,509.338 = **1,207.470**; ili godišnje M = **14,489.640**						

Obrazac 4
Strana 1

PLAN 1958: Utvrđivanje doprinosa budžetima iz osobnih dohodaka

IZNOS DOPRINOSA NA UKUPNE OSOBNE DOHOTKE ZA 11 MJESECI

grupa a) ukupni iznos plaća	111.720		×	0,17713	=	**19.789**
grupa b) ukupni iznos plaća	414.730					
Od toga za 29 radnih mjesta × 11.291	= 327.439;	29	×	2.000	=	58.000
razlika	87.291		×	0,28132	=	**24.557**
grupa c) ukupni iznos plaća	234.900					
Od toga za 9 radnih mjesta × 21.955	= 197.595;	**9**	×	5.000	=	**45.000**
razlika	37.305		×	0,39857	=	**14.869**
grupa d) ukupni iznos plaća	151.900					
Od toga za 4 radnih mjesta × 31.991	= 127.964;	**4**	×	9.000	=	**36.000**
razlika	23.936		×	0,68322	=	**16.354**
grupa e) ukupni iznos plaća	—					
Od toga za — radnih mjesta × 49.555	= — ;	—	×	21.000	=	—
razlika	—		×	1,06281	=	—
				Ukupno mjesečno		214.569
odnosno za 11 mjeseci = 11 × 214.569					=	**2,360.259**

Obrazac 4
Strana 2

PLAN 1958: Utvrđivanje doprinosa budžetima iz osobnih dohodaka

DOPRINOS ZA DVANAESTI MJESEC

grupa A ukupni iznos plaća	—		×	0,60223	=	—
grupa B ukupni iznos plaća	6.000					
Od toga za 1 radnih mjesta × 3.321	= 3.321;	1	×	2.000	=	**2.000**
razlika	2.679		×	0,95663	=	**2.563**
grupa C ukupni iznos plaća	32.950					
Od toga za 4 radnih mjesta × 6.457	= 25.828;	**4**	×	5.000	=	20.000
razlika	7.122		×	1,35501	=	9.650
grupa D ukupni iznos plaća	293.770					
Od toga za 24 radnih mjesta × 9.409	= 225.816;	24	×	9.000	=	**216.000**
razlika	67.954		×	2,32288	=	**157.849**
grupa E ukupni iznos plaća	580.530					
Od toga za 25 radnih mjesta × 14.575	= 364.375;	25	×	21.000	=	**525.000**
razlika	216.155		×	3,61370	=	**781.119**
Ukupno dvanaesti mjesec						1,714.181
Ostalih 11 mjeseci						2,360.259
(prijenos iz obr. 4. str. 1)						
Sveukupni doprinos budžetima iz osobnih dohodaka						**4,074.440**
Sveukupni mjes. iznos plaća u 1957 = 913.250 (obrazac 2)						
Prosj. mjes. iznos u 1958: 913.250 = 1,205.490 a za 12 mjes.						
1,32 × 1,205.490 = 14,465.880						
Socijalni doprinos	= 0,34783 × 14,465.880					**5,031.667**
Stambeni fond	= 0,10145 × 14,465.880					**1,467.564**
Ukupni osobni dohoci u godini 1958.						**25,039.551**

Kod obračuna doprinosa na ostvarene dohotke izračunat ćemo

a) doprinos iz dohotka elektro privredne organizacije po formuli

$$D_o = \frac{72}{28} R - \frac{27.448}{28} M$$

b) doprinos iz osobnih dohodaka po tabeli 3 ili po tablicama posebno izrađenim u tu svrhu.

c) doprinos iz osobnih dohodaka radnika koji nije u stalnom radnom odnosu s isplatiocem po tabeli 6.

Tabela 6

Neto primanja	Doprinos budžetima računa se po stopi
do 11.730	25,575%
od 11.730 do 22.770	3.000 + 36,232% na iznos preko 11.730
od 22.770 do 33.120	7.000 + 48,309% na iznos preko 22.770
od 33.120 do 57.960	12.000 + 56,361% na iznos preko 33.120
preko 57.960	26.000 + 118,577% na iznos preko 57.960

Ing. Ivan Lučev

Zasjedanje CIGRE 1958

Međunarodni Savjet velikih električnih mreža, dobro poznat pod inicijalima CIGRE, održat će svoje iduće XIII. zasjedanje od 4.—14. VI. o. g. u Parizu u ulici St. Dominique broj 28a.

Na tom zasjedanju na kojemu će biti podneseno 130 referata bit će proučavani veliki problemi, koje tretira CIGRE na međunarodnom polju, t. j. proizvodnju, transformaciju i distribuciju električne energije visokog napona.

To proučavanje odnosit će se naročito na alternatore, transformatore, prekidače, podzemne kabele, kondenzatore, izolacione materijale, stanice i podstanice.

Što se tiče iskorišćenja električne mreže tu će biti poglavito razmatrani problemi stabilnosti mreže, prenapona i zaštita od udara munje, regulacija opterećenja i frekvence, a isto tako će se razmatrati pitanja, koja se naročito odnose na vodove vrlo visokog napona (iznad 220.000 V).

Skrećemo pažnju, da će biti studirana i pitanja, koja se odnose na teletransmisije vrlo visokih frekvenca te telefonske i radiofonske perturbacije kao i koordinaciju izoliranja.

Na pređašnjem zasjedanju CIGRE, koje je održano godine 1956. učestvovalo je 1810 inženjera iz 50 zemalja. Van sumnje je da će i ovogodišnje zasjedanje biti od istog velikog interesa kao i ranije.

Obavještavamo da se upisi vrše već sada i to preko nacionalnih komiteta.

Molimo da se u vezi sa ovogodišnjim zasjedanjem po svim pitanjima interesenti obrate na:

Sekretarijat Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE, Zagreb, Berislavićeva broj 6.

Ispravite u energiji 11—12/1957

U članku »Istraživanje morskog dna u svrhu polaganja visokonaponskih kabela« od prof. Slobodana Alfirevića (ENERGIJA br. 11—12/1957.) potkrale su se slijedeće pogreške, pa molimo da se isprave:

na str. 339 — desni stupac, prvi redak odozdo, umjesto: »novo grabilo«, treba stajati: »Petersenovo grabilo«

na str. 341 — lijevi stupac, prvi redak odozgo, umjesto: »rastresite eksistencije« treba stajati: »rastresite konsistencije«

na str. 345 — desni stupac, sedmi redak odozdo, umjesto: »gdje teren ima veoma pravilan kut pada, da bi kasnije prešao u . . .«, treba stajati: »gdje teren ima nešto veći kut pada. Dok od Zadra prema sredini kanala teren ima veoma pravilan kut pada, da bi kasnije prešao u . . .«

na str. 349 — desni stupac, deseti redak odozdo, umjesto: »Na postaji br. 1 dubina je 3,36 metara, na postaji br. 2 dubina je 5,60 metara« treba da stoji: »na postaji br. 1 dubina je 1,50 metara, na postaji br. 2 dubina je 3.36 metara« . . .

VIJESTI IZ PODUZEĆA, ZAJEDNICE I INSTITUTA

Zagreb dobiva školu za pogonske inženjere

Škola će početi radom još ove godine

Nagli porast industrijskih postrojenja u poslijeratnom razdoblju kod nas, praćen je raznim problemima, koje je trebalo ili koje će još trebati savladati. Jedan od osnovnih problema je i problem kadrova. Pitanje kadrova izgleda da je u zadnje dvije godine postalo naročito akutno, pogotovo na polju tehnike. Nema sumnje, da će ti problemi još dosta dugo ostati neriješeni, pogotovo kada se zna da privreda mora imati iskusan kadar, a s druge strane da privredna potreba za kadrovima raste brže nego što ih naša sveučilišta i druge stručne škole mogu staviti na raspolaganje.

Imajući u vidu naše potrebe i mogućnosti, rodila se ideja o osnivanju još jedne vrste tehničke škole, koja bi trebala imati rang fakulteta. Kada je ta ideja iznesena u širu javnost, bila je prihvaćena i pozdravljena, kao veoma korisna. Radi se o osnivanju Visoke tehničke škole. U prvom planu predviđen je samo odsjek strojara, koji treba odmah početi radom. Grana elektroprivrede, koja je vrlo važna u našoj privredi, nije smjela biti ovdje izostavljena, pa je stoga odmah pokrenuto pitanje otvaranja i elektroodsjeka na VTŠ, jer bi se sa strane Zajednice na taj način dobio dio kadrova, koji je neophodan za pogone elektroprivrednih postrojenja.

Današnja kadrovska situacija u elektroprivredi je dosta teška, da ne kažemo kritična. Tempo, kojim se naša zemlja elektrificira, je neuporediv sa prilivom novog stručnog kadra.

Dosada je elektroprivreda uglavnom rješavala taj problem dajući stipendije studentima na tehničkom fakultetu. Ma da je to jedini način za stvaranje kadra, on nije bio uvijek efikasan i dovoljan. Često puta su pojedini studenti ili prekinuli studij ili po završetku pristupili drugoj privrednoj organizaciji, tako da je osipanje planiranih kadrova bila redovna pojava, a s druge je strane vremenski gubitak kao i angažiranje sredstava koja su često puta otišla u nepovrat, nenadoknadiv.

Pored svih tih poteškoća, nastavit će se i dalje sa stipendiranjem studenata na sveučilištu. Zajednica u prosjeku ima svake godine oko 20 stipendista raznih grana. Samo u toku 1957. godine, Zajednica je, zahvaljujući stalnom stipendiranju, uputila u udružena poduzeća oko 15 diplomiranih studenata sa raznih fakul-

teta. Kada bi takav priliv bio svake godine, onda bi se naše potrebe mogle podmiriti, ali zna biti i to da u jednoj godini niti jedan stipendista ne diplomira.
Takve poteškoće i želja da se pomogne onima, koji iz raznih razloga nisu mogli završiti započeto školovanje uvjetovali su, da predstavnici elektroprivrede pokrenu pitanje otvaranja elektroodsjeka na VTŠ-i. Nakon postignute saglasnosti na upravnom odboru Zajednice jugoslovenske elektroprivrede, cjelokupan zadatak je povjeren Zajednici elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, s obzirom da se škola ima otvoriti u Zagrebu.
Da bi se izgubilo što manje vremena oko priprema za otvaranje elektroodsjeka, predstavnici Zajednice su stupili odmah u vezu sa rukovodstvom VTŠ, te se na prvom sastanku načelno saglasili sa otvaranjem elektroodsjeka. Uvjeti za upis na elektroodsjek bili bi kao i za odsjek strojara t. j. da je kandidat završio jednu od ovih škola: Industrijsku školu, majstorsku školu, srednju tehničku školu, srednju školu općeg smjera s tim, da kod industrijske i majstorske škole kandidat ima prednaobrazbu osmogodišnje škole, dalje da kandidati imaju najmanje tri godine pogonske prakse, da su u redovnom radnom odnosu i da su odslužili vojni rok, te da nisu stariji od 35 godina. Predstavnici VTŠ su još zatražili da im se po mogućnosti predloži nastavni program, iz kojega bi se mogao vidjeti profil budućeg pogonskog elektroinženjera.

S obzirom, da su načelni razgovori završeni uspješno, pristupilo se odmah konkretnim radovima. Raspisan je prijedlog udruženim poduzećima i ostalim Zajednicama, kako bi se bar donekle mogao ustanoviti broj kandidata. Pored toga imenovana je komisija stručnjaka na čelu sa Šantek Ing. Vjekoslavom, koja je imala zadatak, da na bazi uvjeta za upis u školu i naših potreba satavi nastavni program. Iz podataka, koji su dobiveni sa terena rezultira, da će naša udružena poduzeća predložiti oko 60—70 kandidata, već u prvoj klasi, te prijedlog da se starosna granica za prvu generaciju pomakne od 35 na 40 godina, dok za ostale generacije bi ta granica ostala i dalje do 35 godina starosti. Ostale Zajednice su pokazale interes za školu, no nisu mogle dati nekih određenih podataka, jer nisu riješeni materijalni uslovi stipendista.

Iz izvještaja komisije za nastavni program moglo se zaključiti, da je komisija imala zaista širok pogled na elektroprivredu. Ona se u svom radu služila nastavnim programom Tehničkog fakulteta u Zagrebu, programom Visoke tehničke škole u Grazu, te programom Strojarskog odsjeka VTŠ i materijalima dobivenim od ankete. Iz programa se vidi, da bi diplomirani pogonski inženjeri imali da budu pogonski stručnjaci i oni bi zauzimali radno mjesto u pogonima elektrana, rukovodioci trafostanica 110 kV, šefovi mreže i dalekovoda u distributivnim poduzećima, dežurni dispečeri, šefovi montaže objekata ili nadzorni organi i slične druge dužnosti. Takovih ljudi, kakove treba da dade baš ova škola, mi danas imamo najmanje. Komisija je imala u vidu i šarolikost predznanja kojim kandidati raspolažu, pa predlaže da se u prvoj godini kandidati uvedu u školu, da se kroz prvi semestar obnovi znanje, a u drugom semestru bi se išlo samo neznatno naprijed. Na temelju programa koje je komisija koristila, zaključak je da škola traje 4 godine uključujući ovdje i diplomski rad, a da se predmeti podijele u ovih šest grupa: osnovni predmeti, tehnologija, strojarstvo, elektrotehnika, konstrukcioni predmeti i opći predmeti. Kao što se i očekivalo, elektrotehnika ima najviše predmeta, ukupno 14. Svi bi se ovi predmeti završili kroz osam semestara po 560 sati ili za ukupno 4.480 sati. Ovdje upada u oči, da se gro sati nalazi u teoretskom učenju, dok svega manji dio preostaje za praktičnu obuku. To dolazi otuda, što će svaki kandidat morati imati određenu praksu, tako da će njemu škola dati uglavnom teoretsko znanje. Iz nastavnog programa slijedi, da je komisija zaista savjesno radila na tom pitanju, te nastojala dati pravi profil pogonskog stručnjaka.
Što se tiče nastavnog kadra, on bi se crpio iz reda sveučilišnih kadrova, a ukoliko bi još nedostajalo, onda bi se on popunjavao stručnjacima putem konkursa. Ovdje bi došli naročito u obzir stručnjaci iz Zajednice i udruženih poduzeća, koji bi prema karakteru posla to mogli vršiti.
Školovanje će u načelu bit redovno, to znači da će kandidat biti obavezan prisustvovati kako predavanjima, tako i vježbama i seminarima. O uzdržavanju kandidata za vrijeme studija se mnogo diskutiralo, jer sredstva za samostalno raspolaganje, iz kojih se plaćaju ti troškovi su veoma oskudna i mnoga poduzeća nisu u mogućnosti izdržati takove troškove, već će ih trebati davati s drugog naslova, no čini se, da je ipak postignut zajednički prijedlog, da se kandidatima osigura iznos oko visine plaće u vidu stipendije, a kandidati bi snašali troškove, koji su potrebni oko njihovog školovanja. Naravno, da bi poduzeća sklapala ugovore sa svojim kandidatima, koji bi bili obavezni raditi u istom poduzeću najmanje toliko vremena, koliko su primali stipendiju. No, za sada to prepustimo zakonodavcu, koji će reći konačnu riječ.
Kandidat bi po završetku škole stekao višu stručnu spremu, te imao pravo u natječajima za naučne radove i sl.
Nakon što su svi radovi oko priprema bili završeni, održan je sastanak u VTŠ polovicom prosinca 1957., kada je predan nastavni program i primjedbe Zajednice, te zaključeno da će elektroodsjek početi radom u rujnu 1958., odnosno u školskoj godini 1958./59.
Škola će u početku koristiti prostorije fakulteta, a kasnije će biti smještena u narodnom sveučilištu Moša Pijade. Zajednica je obećala pomoći školi. odnosno elektroodsjeku, na taj način što će dozvoliti korištenje nekih laboratorija i dispečerskog centra, koji su u gradnji, a bit će i prilagođeni tim potrebama.
Iz izlaganja se dakle vidi, da je ovo ozbiljan problem i da se njegovom rješavanju pristupilo vrlo ozbiljno, te ukoliko ne bude nekih nepredviđenih poteškoća i smetnji. Zagreb bi imao još ove godine elektroodsjek na VTŠ.

Mirko Jovanović

Još jedan problem manje za elektroprivredu Hrvatske

Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske preselila se u svoje nove prostorije

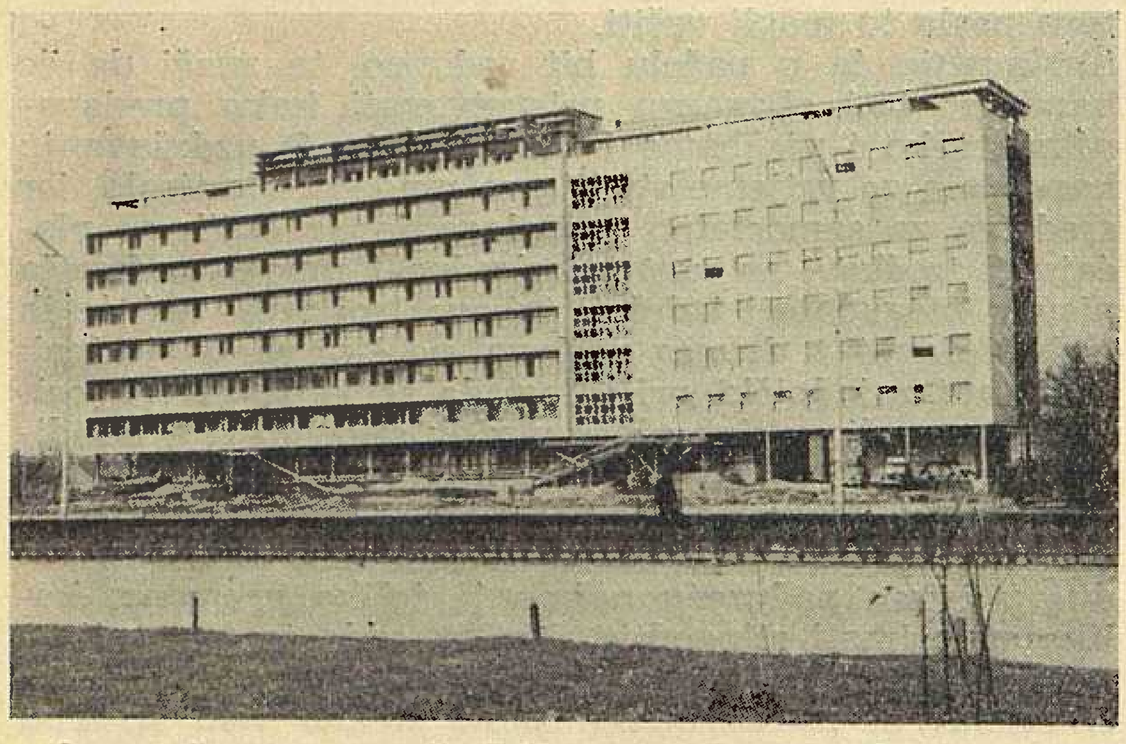
Nagli poslijeratni razvoj elektroprivrede u Narodnoj republici Hrvatskoj uvjetovao je osnivanje više specijaliziranih elektroprivrednih poduzeća. Tako je od ranijih poduzeća Gradska električna centrala, Banovinsko električno poduzeće i Udruženih električnih centrala, koja su imala proizvodnju i distribuciju električne energije u užem dijelu Hrvatske, osnovano nekoliko novih specijaliziranih poduzeća kao što su:

— »Elektrana« Zagreb, poduzeće za proizvodnju električne energije,
— »Elektra« Zagreb, poduzeće za distribuciju električne energije,
— »Dalekovod« Zagreb, poduzeće za gradnju i montažu elektroprivrednih postrojenja,
— »Elektroopskrba« Zagreb, poduzeće za nabavu i prodaju elektroprivredne opreme,
— »Elektroprojekt« Zagreb, poduzeće za projektiranje elektroenergetskih postrojenja,
— »Elektroprenos« Zagreb, poduzeće za održavanje i gradnju dalekovoda i trafostanica,
— »Toplana« Zagreb, poduzeće u izgradnji — Elektrana Zagreb II
— Institut za elektroprivredu,
— »Braća Kavurić« Zagreb, poduzeće za montažu i remonte elektroenergetskih postrojenja.

Pored ovih poduzeća bila je najprije: Generalna direkcija, zatim Elektroprivredni sistem i sada Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, kao organizacija koja objedinjuje djelatnost elektroprivrednih poduzeća.

Novo osnovane organizacije jačale su se iz dana u dan, jer se njihov djelokrug rada neprekidno širio na područje cijele republike.

Poslovna zgrada u Gundulićevoj ulici 32, u kojoj su skoro sva ova poduzeća bila smještena, a koja je građena specijalno za smještaj gradskih poduzeća: električne centrale, vodovoda i plinare, postala je za te organizacije premalena. Upravni odbor Zajednice razmatrao je mogućnost izgradnje novih upravnih prostorija, gdje bi se smjestio dio elektroprivrednih organizacija, pa bi se na taj način omogućio bolji i uspješniji rad. Posebne teškoće oko smještaja imalo je poduzeće »Elektra«, čiji su službenici radili u prostorijama predviđenim za izloge, u kojima je bio zabranjen rad rješenjem Inspekcije rada uslijed loših higijenskih uslova.



Zgrada Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37.

Niti ostale organizacije nisu mogle bolje razviti svoju djelatnost, iako je to tražila problematika, kojom se te organizacije bave, a posebno poduzeće »Elektroprojekt«, koje je vršilo projektiranje važnih elektroprivrednih objekata HE Split, Peruča, Senj, Toplana Zagreb, a uslijed pomanjkanja prostora, nije moglo angažirati potreban kadar za izvršenje tih zadataka, bez kojih se ne bi moglo prići izgradnji planiranih elektroprivrednih objekata.

Tako teška situacija nametnula je upravnom odboru Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske zadatak, da ozbiljno razmotri mogućnost gradnje jedne veće poslovne zgrade. Bila je kombinacija da se ta zgrada sagradi u Radničkom dolu ili na početku Savske ceste, t. j. na trgu Maršala Tita. U to vrijeme bio je već podignut kostur poslovne zgrade u Beogradskoj ulici br. 37, koju je podiglo poduzeće »Jugonafta« iz Zagreba. Kako ovo poduzeće nije imalo sredstava za nastavak i dovršenje radova na zgradi, to je objekt predalo NO-u Grada Zagreba, koji ga je namjeravao pretvoriti u hotel, pa u stambenu zgradu i sl. S obzirom nato da je objekt bio projektiran i građen kao poslovna zgrada, NO Grada je konačno odlučio, da potraži investitora, kome bi taj objekat odgovarao i da ga dovrši. Budući da je taj objekat odgovarao Zajednici, to ga je ona i preuzela od NO Grada i nastavila njegovu daljnju izgradnju.

U toku gradnje pojavio se niz teškoća oko financijskih sredstava, pa su stoga radovi na zgradi napredovali dosta sporo. Zajednica je bila upućena — izuzev dobivenog zajma od svega 15% cjelokupne vrijednosti objekta, zatim vrijednosti ustupljenog joj objekta (kostur zgrade) koja je iznosila oko 17% cijelokupne vrijednosti — uglavnom na svoja vlastita financijska sredstva.

Pod takvim uvjetima gradila se poslovna zgrada Zajednice i nisu bili rijetki prigovori kako organa vlasti, tako i slučajnih prolaznika, da je to najstariji nedovršeni građevinski objekt, i da se gradi kao Skadar na Bojani, te niz drugih primjedbi na račun zgrade. Danas je zgrada gotovo potpuno završena i useljena. Dugo se čekalo da ova zgrada dobije stanovnike, a kako i ne bi, kada je promijenila tri vlasnika i tri namjene. No pored svih poteškoća oko gradnje, zgrada se počela naseljavati ujesen 1956. Prvi stanovnici zgrade bili su Dispečeri i Služba za zaštitne mjerne i telekomunikacione uređaje. Mada je zgrada prilikom useljenja bila još sva u skelama ipak su uvjeti rada bili bolji nego u ranijoj zgradi s obzirom na raspoloživi prostor.

Početkom 1957. radovi su znatno krenuli naprijed, tako da se uz cijelu Zajednicu preselilo i poduzeće »Elektroprenos« Zagreb, a početkom 1958. kada je zgrada većim dijelom dovršena, uselila su se i poduzeća »Dalekovod« i Institut za elektroprivredu. Ova dva poduzeća nisu se potpuno preselila, jer nisu još odgovarajuće prostorije sasvim dovršene, no očekuje se da će i to biti uskoro.

Dovršenjem ove zgrade riješen je još jedan problem u elektroprivredi Hrvatske. Uslovi za daljnji rad poduzeća, koja su uselila u ovu zgradu su znatno poboljšani. Poduzećima »Elektra«, »Elektroprojekt«, »Elektroopskrba« i »Toplana Zagreb«, stavljene su na raspolaganje poslovne prostorije, koje su zauzimala naprijed navedena poduzeća u ranijoj poslovnoj zgradi i donekle je riješen problem smještaja tih poduzeća i znatno poboljšani uvjeti rada. Preseljenjem navedenih poduzeća, oslobođeno je nekoliko stanova u »Elektrani«, zatim ranije poslovne prostorije u Palmotićevoj ulici broj 7/II, koje su predane NO Grada i adaptirane za stanove, te prostorije u Gundulićevoj ulici br. 8. koje su ustupljene NO Grada za smještaj poduzeća »Vukomerečki rudnici«. Još ranijih godina Generalna direkcija elektroprivrede izgradila je u Selskoj censti zgradu namijenjenu za elektroprivrednu školu, koja je imala zadatak, a ima ga i danas, da vrši izobrazbu kadrova za elektroprivredu. U toj zgradi bio je zauzet dio prostorija za smještaj Instituta za elektroprivredu. Iseljenjem Instituta iz tih prostorija, omogućeno je proširenje Elektroprivredne škole, kao i smještaj škole učenika u privredi elektrostruke, tako da će biti uska saradnja između ovih škola u kojima se školuje kadar, uglavnom za elektroprivredu i elektro-industriju.

U novoj zgradi su dovršene prostorije za Dispečerski centar u kojima se upravo vrši montiranje uređaja, a predviđa se dovršenje prve faze u najkraćem roku. Dovršenjem Dispečerskog centra bit će omogućen svrsishodan rad dispečera, koji će pomoću naprava za daljinski prijenos mjernih veličina imati točan pregled rada svih važnih elektrana, prijenosnih vodova i trafostanica. Na taj način će im biti omogućeno da vrše svoj zadatak ekonomiziranja proizvodnje i prijenosa električne energije, što dosada uslijed nedostatka ovih uređaja i nedovoljno izgrađene elektroprivredne telekomunikacione mreže, nije bilo u potpunosti moguće.

U daljnjoj perspektivi predviđa se na sjevernoj strani zgrade izgradnja aneksa za smještaj visokonaponskog i toplinskog laboratorija, koji će služiti za rad Institutu za elektroprivredu i povremeno Visokoj tehničkoj školi u Zagrebu. Isto tako se s južne strane predviđa izgradnja jednog dvokatnog aneksa sa oko 40 uredskih prostorija. Za sada su u zgradi dovršene prostorije za laboratorije za zaštitne uređaje, za VF uređaje i za mjerne uređaje, čije je uređivanje i montaža uređaja u toku.

Kada zgrada bude potpuno gotova, ona će svakako spadati u red najsuvremenijih poslovnih zgrada u Zagrebu, kako po svom izgledu i smještaju, tako i po unutarnjem uređaju.

Medvedec Ivan

Poduzeća za distribuciju električne energije s područja NR Hrvatske osnivaju svoje stručno udruženje

Zakon o elektroprivrednim organizacijama od prosinca 1957. izdvaja poduzeća za distribuciju električne energije iz elektroprivrednih Zajednica i proglašuje ih komunalnim privrednim organizacijama. Time su distributivna poduzeća ostala bez svojeg predstavničkog organa i bez stručnog udruženja za koordiniranu akciju na području unapređenja svoje djelatnosti.

O ovoj okolnosti raspravljalo se — inicijativom distributivnih poduzeća — i na jednoj od zadnjih sjednica upravnog odbora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, pa je zaključeno da uprava Zajednice razmotri novo stanje distributivnih poduzeća kao i pitanje osnivanja stručnog udruženja za djelatnost distribucije električne energije. U izvršenju zaključaka upravnog odbora, Zajednica je održala konzultacioni sastanak s predstavnicima većih poduzeća za distribuciju električne energije i to s predstavnicima: Elektre Zagreb, Elektroslavonije Osijek, Elektroprimorja Rijeka i Elektrodalmacije Split. Na ovom sastanku razmotrena su osnovna pitanja u vezi položaja distributivnih poduzeća pa je ustanovljeno:

— da postoje objektivni razlozi i potreba za osnivanjem stručnog udruženja distributivnih poduzeća;
— da se na osnivanju ovakovih stručnih udruženja već radi i na područjima drugih elektroprivrednih Zajednica;
— da osnivanje stručnih udruženja poduzeća za prodaju električne energije (distributivnih poduzeća) predviđa za teritorije narodnih republika ili užih rajona i sam Zakon o udruživanju u privredi (Sl. list FNRJ. broj 1/58. Čl. 141.)

Obzirom na ove činjenice zaključeno je nadalje, da Elektra Zagreb u cilju šireg razmatranja ovih pitanja i u svrhu njihovog definitivnog rješenja, organizira jedno savjetovanje svih distributivnih poduzeća.

Dana 19. ožujka održano je savjetovanje predstavnika distributivnih poduzeća s područja NR Hrvatske u prostorijama Elektre, Zagreb, Gundulićeva ulica 32. Na tom savjetovanju prisustvovali su predstavnici: Elektre Zagreb, Elektre Karlovac, Elektre Križ, Elektre Bjelovar, Elektre Koprivnica, Elektre Varaždin, Elektre Sisak, Elektre Zabok, Elektroslavonije Osijek, Elektroprimorja Rijeka, Elektroistre Pula, Elektrolike Gospić, Elektrodalmacije Split, Elektre Zadar i Električnog poduzeća Šibenik. Elektrojug Dubrovnik je zastupao predstavnik Elektrodalmacije Split.

Za predsjednika ove skupštine distributivnih poduzeća NR Hrvatske izabran je drug Stjepan Kralj, predstavnik Elektre Varaždin, a za zapisničara drug Krešimir Čanić iz Elektre Zagreb.

Referat o problemu distributivnih poduzeća podnio je drug Ante Lučev, direktor Elektre Zagreb. U referatu su iznešeni i s konkretnim primjerima dnevne prakse obrazloženi mnogi objektivni uvjeti, koji prisiljavaju distributvna poduzeća, da se udruže u cilju koordiniranog rješavanja svih otvorenih stručnih tehničkih, ekonomskih i organizacionih pitanja, među kojima su:

— usklađivanje elektrifikacije s razvojem potrošnje i s mogućnostima snabdijevanja električnom energijom;
— koordinacija kod rješavanja pogonskih pitanja obzirom na organsku i tehnološku povezanost s proizvodnjom i prijenosom električne energije;
— standardizacija opreme;
— koordinirano snabdijevanje doknadnim dijelovima kao i koordinacija u držanju zaliha materijala, doknadnih dijelova i transformatora u cilju međusobnih ispomaganja za slučaj potrebe;
— koordinirano iskorišćenje kapaciteta baždarskih stanica
— postavljanje osnova za kupoprodajne odnose sa Zajednicom elektroprivrednih poduzeća na temelju analiza pojedinih elemenata vrijednosti bruto produkata distributivnih poduzeća i količina električne energije na mjestima preuzimanja s prijenosne mreže i na mjestima predaje
— modifikacija ekonomskih instrumenata iz Društvenog plana, osobito onih koji će utjecati na održavanje, rekonstrukciju i razvoj distributivne električne mreže
— razmatranje privrednih pitanja u vezi s komunalnom politikom tarife za električnu energiju;
— razrada normativa za utrošak materijala energije i radne snage kod distribucije električne energije;
— razrada normativa za »spremnost distributivnih poduzeća« te koordinacija pri donošenju osnova za raspodjelu nagrada, odnosno penala;
— koordinacija kod osiguranja osnovnih sredstava i drugih imovinskih dijelova od rizika;
— analiza platnog sistema i razvoja kvalifikacione strukture kadrova te platne sposobnosti distributivnih poduzeća u odnosu na ostvarenu srednju plaću onih privrednih organizacija, koje upošljavaju isti ili slični sastav radne snage;
— podizanje i stručno usavršavanje kadrova te ispomaganje kod ukazanih potreba s odgovarajućim stručnjacima;
— usavršavanje poslovne organizacije, naročito na području prodaje električne energije;
— izrada usporednih analiza produktivnosti rada, rentabiliteta i troškova distributivnih poduzeća;
— prikupljanje zajedničke ekonomsko-tehničke dokumentacije te izdavanje prigodnih publikacija;

Nakon podnešenog referata o gornjim pitanjima drug Ante Lučev je govorio i o području stručnog udruženja distributivnih poduzeća. Član 141. Zakona o udruživanju u privredi govori da se stručna udruženja osnivaju za cijeli teritorij Jugoslavije. Izuzetno od toga, privredne organizacije iz oblasti poljoprivrede, Komunalna poduzeća i poduzeća za prodaju električne energije (distributivna poduzeća) mogu osnivati svoja stručna udruženja za područje narodne republike i uže rajone. Osim toga, Zakon o elektroprivrednim organizacijama određuje da distributivna poduzeća na području jedne elektroprivredne zajednice vrše svoj obračun troškova distribucije i realizacije proizvodnje s tom zajednicom. Nadalje i pogonska problematika distributivnih poduzeća izvire iz tehnološke povezanosti s poduzećima udruženim u elektroprivrednu Zajednicu. Obzirom na ove okolnosti predlaže da se diskutira o dva pitanja:

1. da li distributivna poduzeća trebaju svoj predstavnički organ u obliku stručnog udruženja gdje će se koordinirano rješavati sva navedena pitanja
2. Za koje područje treba osnovati stručno udruženje? Za neki uži rajon ili pokrajinu, za područje narodne republike ili za područje FNRJ?

Raspravljajući o prvom pitanju predstavnici distributivnih poduzeća iznose i druge okolnosti koje ukazuju na potrebu osnivanja stručnog udruženja, kao na primjer mogućnosti osnivanja fondova unutar stručnog udruženja za unapređenje grane (član 168 Zakona) pa činjenicu, da savezni organi uprave u sporazumu sa stručnim udruženjima mogu ovima povjeriti izradu i nacrta perspektivnih planova razvoja odnosne grane, zatim nacrta tehničkih propisa kao i pojedinih stručnih analiza i elaborata.

Raspravljalo se i o ulozi predstavnika onih distributivnih poduzeća koja se nalaze u upravnom odboru Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, te da li ta okolnost isključuje potrebu osnivanja stručnog

udruženja distributera. Razmatrajući ovo pitanje ustanovljeno je, da stanoviti broj distributivnih poduzeća predstavlja u upravnom odboru Zajednice samo organe društvenog upravljanja, pa ta okolnost ne može mijenjati zadatke i sadržaj rada Zajednice u toliko, da bi se ona trebala baviti i poslovima odnosno zadacima stručnog udruženja distributera.
Nakon iscrpne diskusije donešen je jednoglasni zaključak, da treba osnovati stručno udruženje distributivnih poduzeća.
Kod razmatranja drugog pitanja t. j. pitanja o veličini područja, koje treba obuhvatiti stručnim udruženjem distributera istaknuto je, da prema Zakonu o elektroprivrednim organizacijama, poduzeća za distribuciju električne energije vrše obračun svojih troškova distribucije i realizacije električne energije s onom Zajednicom na čijem se području nalaze, nadalje, pogonska problematika distributivnih poduzeća izvire iz tehnološke povezanosti s poduzećima udruženim u elektroprivrednu Zajednicu.
Obzirom na ove okolnosti prirodno je da se područje stručnog udruženja poklapa s područjem one elektroprivredne Zajednice na kojem djeluju distributivna poduzeća. Daljna koordinacija stručnih udruženja distributivnih poduzeća može se postići unutar sekcije za distribuciju električne energije pri Saveznoj industrijskoj komori.
U vezi ovog pitanja donešen je jednoglasni zaključak, da se osnuje stručno udruženje distributivnih poduzeća za područje NR Hrvatske time, da sjedište udruženja bude u Zagrebu.
Nakon toga je predloženo, da Elektra Zagreb organizira radnu grupu (po slobodnom izboru) za izradu nacrta statuta udruženja, time da se nacrt dostavi svim distributivnim poduzećima čim prije i da se po tom sazove osnivačka skupština distributivnih poduzeća.
Kao najhitniji zadaci budućeg stručnog udruženja utvrđeni su ovi:

a) razraditi osnove za sklapanje ugovora sa Zajednicom elektroprivrednih poduzeća Hrvatske za 1958. godinu .
b) razraditi osnove za izradu tehničkih uslova i normativa za distribuciju električne energije koje u smislu čl. 15. Zakona o elektroprivrednim organizacijama propisuje Zajednica jugoslavenske elektroprivrede uz suglasnost Sekretarijata za industriju Saveznog izvršnog vijeća.

Budući da su rješenja u vezi gornjih zadataka praktički već dospjela to je zaključeno da se odmah izaberu predstavnici distributivnih poduzeća, koji će se kao predstavnička komisija distributivnih poduzeća staviti u vezu sa organima Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske u cilju razrade gornjih pitanja.

D. F.

Izabran je novi upravni odbor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske

Prema Zakonu o elektroprivrednim organizacijama i uputstvu Sekretarijata za industriju Saveznog izvršnog vijeća, trebalo je izabrati novi upravni odbor Zajednice, koji sačinjavaju u Zajednicu udružena poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije, poduzeća u izgradnji, čije povezivanje je predviđeno za mrežu visokog napona udružene elektroprivrede, te — prema članu 40. — predstavnici društvene zajednice, koje odredi Izvršno vijeće Sabora i to: predstavnici Izvršnog vijeća, distributivnih poduzeća, Narodnih odbora kotareva, te predstavnici Savezne industrijske komore.

Upravni odbor sastavljen je od predstavnika slijedećih poduzeća:

»Elektrana« — Rijeka
»N. Tesla« — Tribalj
Električno poduzeće Knin
HE »Kraljevac« — Zadvarje
TE »Jertovec« — Konjščina
»Elektrana — Zagreb
»Elektroprenos« — Zagreb
»Elektroprenos« — Split
Dalmatinske HE — Split
HE »Gojak« — Ogulin
Toplana Zagreb, te
Glavni direktor ZEPH

Kao predstavnici društvene zajednice ušli su predstavnici poduzeća NO-a, Savezne ind. komore i Izvršnog vijeća Sabora:

»Elektrojug« — Dubrovnik
»Elektra« — Zagreb
»Elektroslavonija« — Osijek
Električno poduzeće — Šibenik
»Elektroistra« — Pula
»Elektra« — Varaždin
NO Kotara — Rijeka
NO kotara — Slav. Brod
NO kotara — Gospić
NO kotara — Split
NO kotara — Zagreb
NO kotara — Bjelovar
Savezne industrijske komore, te
Izvršnog vijeća Sabora

Na I. sjednici UO održanoj dne 21. II. 1958. u Zagrebu, izvršeno je konstituiranje upravnog odbora, izbor predstavnika i njegovog zamjenika UO-a JUGEL-a, izbor stalnih komisija UO-a.

Na sjednici je Glavni direktor podnio izvještaj o zadacima u vezi provedbe Zakona o elektroprivrednim organizacijama i o najaktuelnijim problemima u elektroprivredi, i odobreno je podizanje zajma za garantni polog za gradnju HE Split i Peruča.
Sjednicu UO-a III. saziva otvorio je raniji predsjednik drug Srećko Monjac, te nakon predloženog i prihvaćenog dnevnog reda rukovodio radom do izbora novog predsjednika i potpredsjednika. Za predsjednika UO-a Zajednice izabran je Bezić ing. Ivo, tehnički direktor poduzeća »Elektroprenos« Split, a za potpredsjednika Širola ing. Božidar, direktor poduzeća TE »Jertovac«. Za predstavnika u upravnom odboru JUGEL-a izabran je drug Lutvo Ahmetović, direktor Zavoda za privredno planiranje Hrvatske, a za njegovog zamjenika drug Miloš Damjanić, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.

Izbor komisija upravnog odbora

Da bi se rad UO-a odvijao što ekspeditivnije, UO je donio zaključak, da ima slijedeće svoje stalne komisije:

Stručni savjet
Tarifni odbor
Komisija za financije
Energetska komisija
Komisija za stipendije i uzdizanje kadrova
Komisija za investicije
Disciplinska komisija
Komisija za molbe i žalbe
Komisija za premiranje i penaliziranje za spremnost energetskih postrojenja
Komisija za zasnivanje i otkazivanje radnih odnosa
Komisija za impregnaciju
Komisija za rashodovanje stvari iz osnovnih sredstava
Komisija za reviziju projektnih zadataka
Komisija za visokonaponske mreže.

Također je izvršen izbor predsjednika i članova tih komisija. Komisije imaju zadatak da vrše poslove iz svoje djelatnosti i da dobivene materijale s prijedlogom zaključka, koje im dostave odjeli Zajednice temeljito razmotre, eventualno dopune i izmijene, te pripreme za podnošenje na razmatranje UO-u.
Obrađeni materijal s prijedlogom zaključka ima se staviti na raspolaganje Općem sektoru Zajednice, koji je dužan dobivene materijale uputiti članovima upravnog odbora uz dnevni red najmanje pet dana prije početka sjednice.

Pored navedenih stalnih komisija, upravni odbor je formirao i privremene komisije i to:

— komisiju za izradu pravila Zajednice i poslovnika za rad upravnog odbora, čiji je zadatak da izradi nacrt pravila i poslovnika i dostavi ih na diskusiju udruženim poduzećima i članovima UO-a, te nakon toga da ih podnese na razmatranje i odobrenje UO-u;

— komisiju za razgraničenje mješovitih poduzeća, odnosno njihovih osnovnih sredstava, čiji je zadatak da izradi prijedlog UO-u za razgraničenje prenosnih, proizvodnih i distributivnih postrojenja. Da bi se ovo razgraničenje obavilo što bolje, komisiju sačinjavaju predstavnici Zajednice, udruženih poduzeća, predstavnici zainteresiranih distributivnih poduzeća »Elektroslavonije« Osijek, »Električnog poduzeća« Knin i »Električnog poduzeća« Šibenik, te predstavnici NO kotareva, na čijem se području nalaze mješovita poduzeća i to: Šibenik, Slav. Brod i Osijek.

Upoznavanje upravnog odbora s najvažnijim problemima iz oblasti elektroprivrede

U svom izvještaju glavni direktor iznio je zadatke na provođenju Zakona o elektroprivrednim organizacijama, o ekonomsko-financijskim problemima, problemima izgradnje, studija i istraživanja i o stanju postrojenja u pogonima.

Zadaci za provođenje Zakona o elektroprivrednim organizacijama

Najvažniji zadaci u vezi provedbe zakona su:

— izraditi Pravila Zajednice i Poslovnik za rad upravnog odbora
— donijeti odluke o privremenom obračunu sa proizvodnim, prenosnim i distributivnim poduzećima
— izrada metodologije za obračun troškova s distributivnim poduzećima u vezi sa Zakonom o elektroprivrednim organizacijama
— izrada prijedloga o visini i načinu utvrđivanja dohotka za distributivna poduzeća za godinu 1959.
— donošenje plana elektroprivrede za godinu 1958.
— utvrđivanje normativa u elektroprivredi za plan godine 1959.
— razgraničenje osnovnih sredstava i mješovitih poduzeća
— organizacija izabranog suda i prijedlog sudaca
— formiranje odgovarajućih stručnih komisija kao organa upravnog odbora
— dovršenje analitičke procjene radnih mjesta.

Ekonomsko-financijski problemi Zajednice

U 1957. godini je utvrđen planski manjak na realizaciji od preko milijardu dinara, a prema završnom računu očekivati je, da taj manjak bude i veći.
Manjak na realizaciji je uglavnom posljedica loše strukture potrošača. Velik dio potrošača je sa niskim tarifnim stavovima, to su t. zv. specijalni potrošači, kojih ima oko 60%. Pokriće manjka izvršeno je kroz međurepubličku razmjenu električne energije. Ovaj način pokrića proističe iz sistema jedinstvenih tarifnih stavova.
Pored gornjeg, utjecaja na manjak imalo je i povišenje cijena ugljenu za cca 5%, opterećenje novih objekata anuitetima, te novi ekonomski instrumenti i sl.

Izgradnja i istražni radovi

Prema sadašnjem stanju radova na HE »Gojak« može se računati, da će elektrana biti puštena u probni pogon sa dva agregata, a treći u septembru ove godine. Na taj način će biti osigurano još oko 30,000.000.— kWh.

Radovi na gradnji HE Peruča odvijaju se uglavnom normalno. Stavljanje strojeva u pogon predviđa se u početku godine 1960. Radovi na izgradnji brane napreduju po planu, tako da je dozvoljeno djelomično usporavanje toka vode. Usporavanjem toka vode pojačava se akumulacija, a time se poboljšava energetska situacija u HE Kraljevac, pa će to omogućiti poboljšanje financijske situacije. Pored ovoga olakšava se ubrzanje izgradnje strojarnice, te otkrivanje na vrijeme nedostataka na objektima.

Gradnja na HE Split se također odvija povoljno. Ukoliko ne će biti nekih objektivnih smetnji, prvi agregat bi bio pušten u pogon krajem godine 1961. Pripremni radovi su već djelomično završeni ili su u punom toku. Što se tiče opreme potrebne za elektranu, već su prikupljene ponude za opremu, kako od domaćih, tako i od stranih firmi, pa će sada trebati pristupiti izboru opreme i zaključivanju potrebnih ugovora.
Gradnja toplane Zagreb je konačno prihvaćena tim, da počne godine 1958., a završi do početka 1961.

Plan izgradnje dalekovoda i trafostanica

Energetska komisija pri Zajednici jugoslovenske elektroprivrede razmatrala je pod konac prošle i početkom ove godine prijedlog planova izgradnje dalekovoda 110 i 220 kV i trafostanica za sve Zajednice u toku godine 1958.
Kako komisija nije mogla zauzeti jedan zajednički stav u pitanju početka radova u 1958., jer su raspoloživa sredstva ograničena, to će Zajednica jugoslovenske elektroprivrede izraditi prijedlog izgradnje spomenutih objekata i dati na diskusiju upravnom odboru, a također ga dostaviti i svim Zajednicama na uvid.
Naša Zajednica je dala prijedlog, da joj se odobri za početak radova iznos od oko jedne i pol milijarde dinara. Ako se ima u vidu da je NRH postigla elektrifikaciju od oko 48—49%, onda traženi iznos nije niti izdaleka prevelik.

Studije i istražni radovi

Za studije i istražne radove se predviđa u ovoj godini od oko 800 milijuna do jedne milijarde dinara.
Kako nije moguće planirati izgradnju niti predlagati izgradnju novih objekata bez dobre tehničke dokumentacije, to je potrebno na vrijeme osigurati sredstva u te svrhe.

Stanje postrojenja u pogonima

U Elektrani Zagreb poseban problem predstavlja dotrajalost turbinskog postrojenja. Jedna turbina je već rashodovana pred nekoliko godina, a druga je tokom prošle godine pretvorena u kompenzator za proizvodnju jalove energije. Tako se stvarno kapacitet elektrane smanjio.
U vezi s tim poduzimaju se potrebni koraci da se kotlovna postrojenja, jer još uvijek zadovoljavaju, iskoriste za proizvodnju pare, kako bi se na elektranu kao toplanu priključili okolni potrošači pare, odnosno vruće vode.

U TE Jertovac, iako je to nova elektrana, bilo je poteškoća, koje prate svako novo postrojenje pri uhodavanju redovnog pogona.

Posebno je bilo teškoća sa turboagregatom I, koji je isporučen od Švicaraca, a izrađen od materijala loše kvalitete iz zaliha ratnog perioda.

Poteškoća pogonske naravi ima u svim elektranama, kako termo tako i hidro.

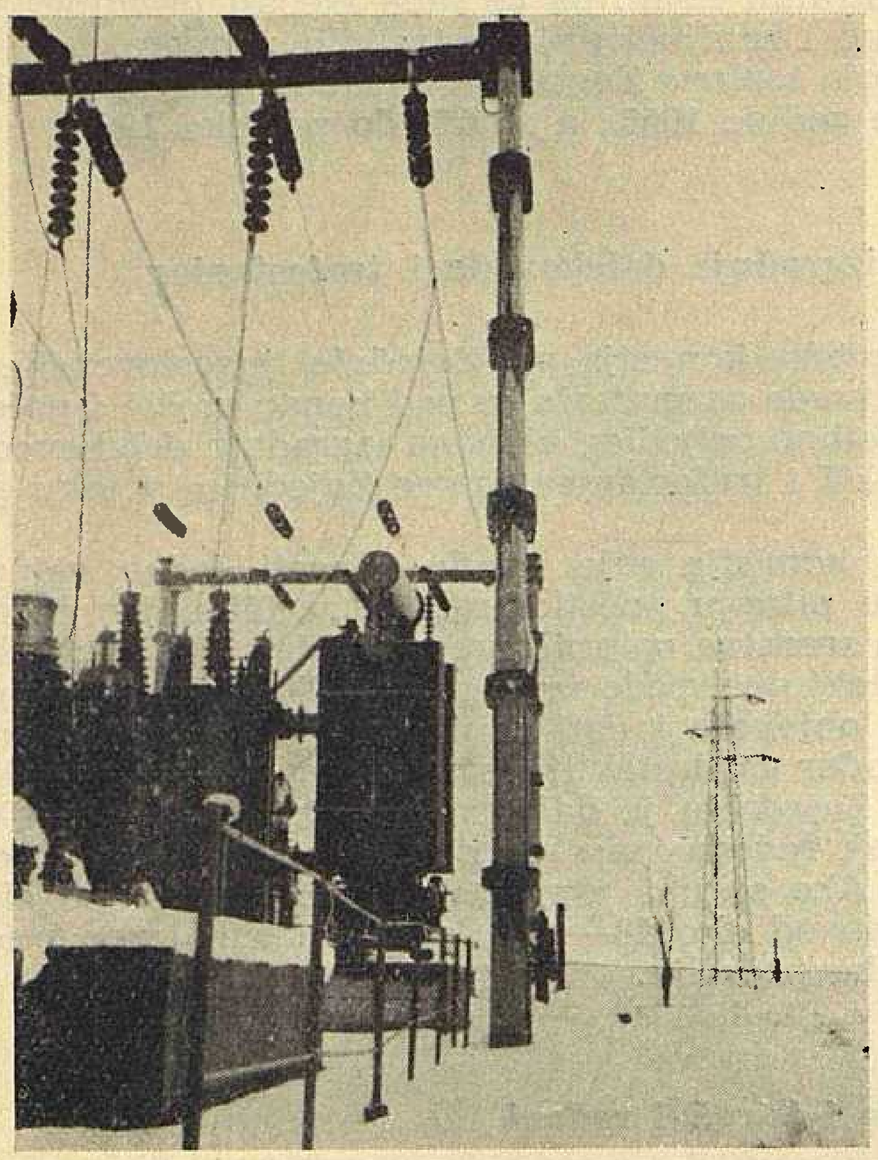
U toku je formiranje specijaliziranih remontnih grupa, koje bi znatno poboljšale kvalitetu i ekonomičnije vršenje remonta.

I. M.

Pušten u pogon dalekovod 120 kV Varaždin-Söjtör

U subotu, 8. ožujka 1958. na svečan je način pušten u pogon 68 km dugački 120 kV dalekovod Varaždin-Söjtör.

Brzom izgradnjom sistema hidrocentrala, visokonaponskih postrojenja i dalekovoda, Jugoslavija je uspjela ne samo elektrificirati velik dio zemlje, koji do tada nije bio elektrificiran, nego i podmiriti nagli porast potrošnje električne energije, koji je uslijedio kao posljedica brze industrijalizacije zemlje. Mi smo uz to uspjeli ostvariti takav sistem hidrocentrala, povezanih dalekovodima, da se čak u srednje vlažnoj godini pojavljuju viškovi električne energije.



Dalekovod 120 kV Varaždin – Söjtör.

U takvoj energetskoj situaciji došlo je do sporazuma između Madžarske i naše države, kojim je zaključena izgradnja visokonaponske veze između dvije zemalja, kako bi se naši viškovi električne energije mogli prelijevati u susjednu Madžarsku, koja predstavlja veoma važnog konzumenta, koji se međutim, pretežno snabdijeva energijom iz termoelektrana.

Gradnji dalekovoda od 120 kV pristupilo se prošle godine u studenom. Dionica toga dalekovoda na našoj strani iznosi 30.7 km, a na madžarskoj strani 37.5 km. Graditelji dalekovoda su za nepuna četiri zimska mjeseca dovršili radove: ubetonirano je 777 m^3 betona u temelje stupova, izgrađeno je i podignuto 90 kom. čelično-rešetkastih stupova težine 220 tona, razvučeno je i zategnuto 60 tona alučel užeta 150 mm^2 i 12 tona čeličnog užeta 50 mm^2. Cjelokupni ovjesni materijal dobavljen od t. t. A. Salvi, Milano putem Elektroopskrbe, Zagreb. Do 1. ožujka naša je dionica bila gotova i spremna za stavljanje u pogon. Istovremenom izgradnjom dalekovodnog polja i montažom jednog štednog transformatora 100/120 kV u stanici, te završetkom dionice dalekovoda na madžarskoj strani i polja u TS Söjtör, postavljeni je zadatak izvršen, pa je objekat prvih dana ožujka, nakon izvršenih ispitivanja, pušten u probni pogon.

Vrijednost do sada izvršenih radova na tom objektu na našoj strani iznosi preko 250 milijuna dinara. Još preostaju radovi na usavršavanju sistema zaštitnih i mjernih uređaja, te daljinskog javljanja i upravljanja u susjednim rasklopnim postrojenjima, dispečerskom centru i u našoj stanici.

Svrha ovog značajnog objekta nije samo ta da prenosi višak naše hidroenergije od 80 do 100 milijuna kilovatsati godišnje u susjednu Madžarsku. Taj je objekt od velike važnosti i za nas i za našu industriju, jer povećava pogonsku sigurnost naše elektroprivrede. U slučaju kvarova ili vrlo malih voda, mi možemo preko ovog voda opskrbljivati našu industriju električnom energijom proizvedenom u Madžarskoj. Prigodom puštanja u pogon ovog značajnog dalekovoda, koje je uslijedilo u subotu 8. ožujka, bili su prisutni s madžarske strane Šandor *Csenterics*, zamjenik ministra teške industrije kao šef madžarske delegacije, madžarski konzul u Beogradu I. *Toth*, s trgovinskim atašeom Ing. *Ermerom*, a s naše strane drug Marin *Cetinić*, član Izvršnog vijeća NR Hrvatske i predsjednik odbora za privredu, te od JUGEL-a: Ing. M. *Brelih*, Ing. V. *Veljković* i N. *Komnenić*, od ZEPH: glavni direktor Miloš *Damjanić*, Ing. V. *Horvat*, D. *Feöcze*, od Instituta za elektroprivredu: Ing. H. *Mattes*, Ing. B. *Baranović* i Ing. B. *Filipović*, te mnogo stručnjaka iz elektroprivrede.

Samu svečanost, koja je počela u Varaždinu, otvorio je predsjednik radničkog savjeta Elektroprenosa, nakon čega je održao pozdravni govor drug Marin *Cetinić*, našto mu je uzvratio šef madžarske delegacije Šandor *Csenterics*. Iza toga su uzvanicima i prisutnim pokazani uređaji i objavljeni svi tehnički podaci izgrađenog objekta, našto je predsjednik radničkog savjeta Elektroprenosa zaključio svečanost. Nakon ručka u hotelu ISTRA u Varaždinu, mađarski su gosti svojim posebnim vlakom krenuli u Zagreb, da razgledaju naš grad. Oko ponoći istoga dana vratili su se u Varaždin, odakle su u nedelju, 9. ožujka, i naši i madžarski delegati krenuli na madžarsku stranu u Söjtör. U Nagy Kanyizsi dočekali su i pozdravili našu delegaciju predstavnici madžarskih vlasti. U Söjtöru je prisutnima objašnjeno funkcioniranje pojedinih uređaja, a napose je prikazano funkcioniranje visokofrekventnih uređaja. Ovom energetskom vezom Jugoslavija je paralelno vezana ne samo s Madžarskom, nego i s Češkom i s Poljskom. U nedelju uveče proslava je u Söjtöru završena i naša se delegacija vratila u Jugoslaviju.

re

Jubilej najvećeg potrošača električne energije u Šibeniku

Povodom 20-godišnjice Tvornice aluminija u Lozovcu

Na visoravni Lozovca iznad hidroelektrane JARUGA i Slapova Krke sagrađena je prije 20 godina — 14. rujna 1937. — i puštena u pogon prva tvornica aluminija na Balkanu. Toga je dana proradila prva elektroliza sa 16 peći.

Tvornicu je osnovao Dr. Rikard Ivan Ivanović u najužoj vezi s vlasnikom hidroelektrane JARUGA Šupukom (Ante Šupuk i sin) iskoristivši najkraćim putem električnu energiju iz HE Jaruge.

Hidroelektrana Jaruga.

Radni kolektiv tvornice proslavio je nedavno dvostruki jubilej: 20- godišnjicu tvornice i 7-godišnjicu radničkog samoupravljanja. U opširnom referatu direktora tvornice Ing. Budanka prikazan je historijat i značenje ove naše prve tvornice aluminija za našu privredu. Brojne izložene slike i diagrami upotpunili su taj veoma zanimljiv prikaz.

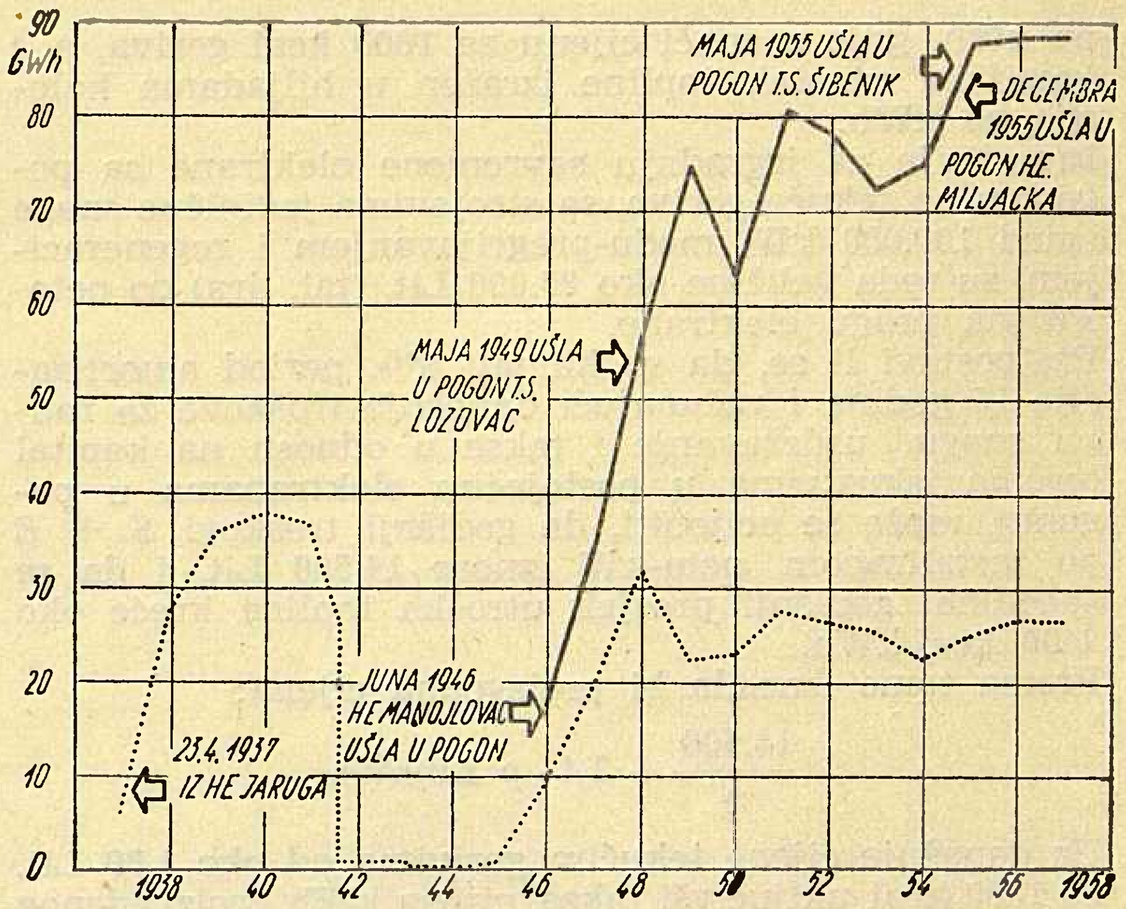
Za nas je, kao elektroprivredu, važna konstatacija, da je istodobno s izgradnjom tvornice izvršena i rekonstrukcija hidroelektrane Jaruga, koja je do tada predstavljala stari 33- godišnji dotrajali pogon dvofazne izmjenične struje sa 42 Hz. Izvršenom rekonstrukcijom HE Jaruga stupa u red prvih automatiziranih pogona tipa BBC.

Tvornica aluminija kao i rekonstruirana HE Jaruga puštene su zapravo u pogon još mjeseca svibnja 1937., dok su 14. rujna iste godine proradile elektrolitske peći, koje su te godine proizvele 900 tona aluminija. Tvornica se gradila postepeno. Slijedeće godine pušteno je u pogon daljnjih 12 elektrolitskih peći i tako redom svake godine više sve do godine 1939., kada je elektroliza kompletirana sa 34 peći. Iste godine puštena je u pogon i tvornica glinice, a zatim i ljevaonica te termoelektrana snage 3 MW.

U tvornici je prije drugog svjetskog rata radilo 500 radnika, a proizvodnja je iznosila 2000 tona godišnje. Tokom narodno-oslobodilačke borbe oštećena je i onesposobljena HE Jaruga, da bi se tako spriječilo okupatoru iskorištavanje tvornice.

Ponovna proizvodnja aluminija započinje 1946., kada je proizvedeno svega 1500 tona glinice i 567 tona aluminija. Malo kasnije dovršena je i druga elektroliza, pušteno je u pogon još 34 peći, poboljšani su uvjeti rada i izgrađeno radničko naselje sa 60 stanova. Proizvodnja se naglo povećala, pa je godine 1956. dostigla 4000 tona glinice i 3305 tona aluminija.

U svemu je tvornica od njezinog osnutka do danas proizvela i dala našoj privredi 32.000 tona aluminija, od toga nakon oslobođenja 27.000 tona.



Potrošnja električne energije Tvornice aluminija od 1937. do 1957. godine

Za proizvodnju glinice i aluminija, kao i za pomoćne pogone, tvornica je potrošila svega 926 GWh električne energije, od čega iz HE Jaruga 416 GWh.

Krsto Antunac

IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

Doprinos nuklearne energije za pokriće potreba na energiji

Dr. Ing. C. Castellani napisao je pod gornjim naslovom članak objelodanjen u talijanskom časopisu *L'Elettrotecnica* u broju 3-bis od 7. IV. 1957. (str. 200—206). U članku se raspravljaju pitanja o vjerojatnom toku potreba na energiji u budućim decenijama u raznim zemljama i o rezervama sadržanim u tradicionalnim energetskim izvorima, te se diskutira o doprinosu, koji se može očekivati od nuklearnih postrojenja za pokriće predviđenih potreba.

Iznijet ćemo u ovom izvodu onaj dio članka, koji smatramo da je od posebnog interesa s obzirom na brojčane podatke za kalkulaciju prizvodnih cijena električne energije u talijanskim termoelektranama sa tradicionalnim gorivom i u nuklearnim elektranama. Ukupni konzum energije u Italiji godine 1955. iznosio je 265 $\times$ 10^{12} kcal (tome je ekvivalent 26,5 milijuna tona gorivog ulja), od koje je količine uvezeno 74%. Samo 6,3% od ukupnog konzuma goriva upotrebljeno je za proizvodnju od 5,35 milijardi kWh termoelektrične energije. Ovoj količini pridošlo je 31 milijarda kWh hidraulične i 1,8 milijardi kWh geotermičke energije, što je sačinjavalo ukupno 38,1 milijardi kWh.

U razvoju potreba, pretpostavljenih od profesora F. Giordani (Doc. P/19, Confér. Inter. de Genève — août 1955), predviđeno je, da će u Italiji ukupni konzum električne energije dosegnuti u 1960 g. 51 milijardu kWh, 64 milijarde u 1965 i 96 milijardi kWh u 1975 g. Još se predviđa, da bi u 1960 g. količine hidroelektrične i geotermoelektrične energije mogle dosegnuti 41 milijardu kWh, a 50 milijardi u 1965 g. Dalje bi godišnja proizvodnja iz ova dva izvora ostala konstantnom.

Termoelektrična proizvodnja je predviđena na 10 milijardi kWh u 1960 g., 14 milijardi u 1965 i 46 milijardi kWh u 1975 g. U povećanoj termoelektričnoj energiji mogu da učestvuju domaći izvori u zanemarivim količinama, tako da do 1965 g. veća proizvodnja u nuklearnim elektranama treba da se usporedi u pogledu troškova sa termoenergijom proizvedenoj jedino gorivima iz uvoza. Prvenstveno će dakle uvjetovati izgradnju nuklearnih postrojenja za proizvodnju većih količina električne energije odnos između cijena energije proizvedene nuklearnim gorivima i cijena termoelektrične energije proizvedene uvoznim gorivima.

Razumije se, da se pri valorizaciji rečenog odnosa ne će moći računati samo sa današnjim vrijednostima novca, nego će se morati uzeti u obzir i njihove buduće tendencije, te će prema tome trebati pridati izvjesnu težinu kako progresivnom porastu cijena za gorivo, tako i razvojnom toku kupovne moći novca. Proizvodna cijena termoelektrične energije može da bude kalkulirana na temelju izvjesnih pretpostavki u pogledu kamatne stope, vremena amortizacije, pogonskih troškova i nabavne cijene goriva.

Izuzev goriva i neke izdatke, koji se mogu zanemariti, godišnji troškovi neke termoelektrane mogu se smatrati da su stalni i nezavisni od njezine proizvodnje.

Ako se označe sa S stalni godišnji troškovi za službu kapitala i ostali izdaci proporcionalni kapitalu; sa E godišnji troškovi pogona i uzdržavanja, a sa n broj

sati iskorištenja efektivne snage elektrane, proizvodna godišnja cijena će iznositi

$$\frac{S+E}{n} + p \cdot c$$

po kWh, gdje p znači cijenu za 1000 kcal goriva, a c specifični utrošak topline izražen u hiljadama kalorija po kWh.

Investicije za izgradnju savremene elektrane sa pogonom na tekuća goriva, sa strojevima jedinične snage iznad 100.000 kW, među-pregrijavanjem i regeneracijom, su reda veličine oko 85.000 Lit. (tal. lira) po neto-kW na pragu elektrane.

Pretpostavi li se, da su kamati 8%, period amortizacije 15 godina i računajući današnje troškove za radnu snagu, uzdržavanje i takse u odnosu na kapital (prema iskustvima u postojećim elektranama u pogonu), može se ocijeniti, da godišnji troškovi $S + E$ po instaliranom neto-kW iznose 14.500 Lit. i da se specifični godišnji prosjek utroška topline kreće oko 2400 kcal/kWh.

Prema tome iznosila bi proizvodna cijena:

$$\frac{14.500}{n} + 2{,}4 \cdot p \text{ Lit/kWh}$$

Uz današnje cijene tekućim gorivima od oko 1,80 Lit. za 1000 kcal uključivši takse, cijena kWh proizvedenog u termoelektrani sa pogonom na naftu bila bi:

za 5000 sati iskorištenja	Lit. 2,90	+ 4,32	=	Lit. 7,22
„ 6000 „ „	Lit. 2,41	+ 4,32	=	Lit. 6,73
„ 7000 „ „	Lit. 2,07	+ 4,32	=	Lit. 6,39

O cijenama električne energije proizvedene u nuklearnim elektranama nema danas pouzdanih podataka potvrđenih iskustvom. Postoje samo indikativni podaci kako za investicije, tako i za troškove pogona i za utrošak nuklearnih goriva. Stoga postoji priličan rizik za onoga, koji hoće odmah da proizvodi električnu energiju nuklearnim putem. Međutim i ovi indikativni podaci su dovoljni, da bi se moglo ukazati na to, da su proizvodne cijene, koje se mogu postići, istog reda veličine kao one u tradicionalnim termoelektranama. Prema današnjem stanju razvoja tehnike nuklearna elektrana se može po svemu prispodobiti s tradicionalnom termoelektranom, u kojoj su reaktori zauzeli mjesto kotlova. Investicije su međutim za sada znatno veće od onih potrebnih za izgradnju tradicionalnih termoelektrana, ali je trošak za gorivo niži nego u ovim posljednjim.

Trošak za konzumirano nuklearno gorivo može da posluži kao podloga za ocjenu, koliko mogu da budu investicije za izgradnju nuklearnih elektrana veće od onih za izgradnju tradicionalnih termoelektrana, pa da bi se postigao paritet cijena.

Da razmotrimo jedan konkretan i za sada jedini slučaj nuklearne elektrane, koja proizvodi energiju u većim količinama, naime, elektranu *Calder Hall*. Prema objelodanjenim izvještajima (UKAEA, 22. i 23. XI. 1956.) zaključuje se, da 1 kg prirodnog urana može da razvije toplinu, koja je ekvivalentna 72.000 kWh, prije nego što se elementi goriva zatruju produktima fisije do te mjere. da sprečavaju lančanu reakciju.

U pogledu stupnja korisnosti transformacije topline u električnu energiju u elektrani tipa *Calder Hall* može se računati sa 25% t. j. da se iz jednog kg prirodnog urana proizvodi 17.200 kWh.

Cijena elemenata goriva, već prepariranih, računa se na Lst. 20,—,— za svaki kg u njima sadržanog urana, tako da cijena goriva iznosi 2,— Lit. po kWh (1 Lst = 1700 Lit.); pri tomu se ne uzima u obzir vrijednost plutonija, koji sadržava iscrpljeni elemenat goriva.

U prije citiranom izvještaju navodi se, da u slučaju iskorištenja od 80% (7000 sati godišnje) u velikoj elektrani troškovi pogona za personal i uzdržavanje iznose 0,05 dolara, t. j. 0,36 Lit. po kWh, što bi odgovaralo 0,42 Lit. po kWh u slučaju iskorištenja od 6000 sati — cifra koja izgleda vrlo niska i koju treba ocijeniti barem sa 0,5 Lit. po kWh.

Prije je bilo izračunato, da proizvodna cijena iznosi okruglo 6,80 Lit. u elektrani sa tradicionalnim gorivom pri 6000 sati iskoritšenja. E da bi se dobio paritet sa nuklearnom elektranom, jedinica snage može da podnese na ime službe kapitala 4,30 Lit. po kWh, t. j. 25.800 Lit. po kW iskorištenom 6000 sati godišnje. Sa kamatnom stopom od 8% i amortizacijom u 15 godina (11,7%) investicije bi dakle mogle dosegnuti uključivši trošak prvog punjenja do:

$$\frac{25\,800}{11{,}7} \cdot 100 = 220\,000 \text{ Lit.}$$

za svaki kW instalirane neto električne snage, da bi se dosegnuo paritet cijena sa proizvodnjom tradicionalnim putem.

U navedenom izvještaju nalazi se također podatak, da investicije kompletne nuklearne elektrane iznose 125 Lts. po kW na pragu i da su troškovi 23 Lts. za uran pri punjenju. Snaga ove elektrane bi dosizala do 125000 kW. Razabire se iz ovih podataka, da bi investicije slične elektrane u Italiji iznosile 250.000 Lit. po neto-kW, što bi bilo oko 11% više od prije navedene cifre u uvjetima visokih cijena za uvezena goriva.

Međutim treba spomenuti, da su u cijenama goriva od 1,80 Lit. za 1000 kcal uključene također razne daće od 0,41 Lit. po 1000 kcal donje kalorične vrijednosti. Prema tome bi proizvodnja u tradicionalnim termoelektranama bila niža za oko 1,— Lit. po kWh, ako se odbije navedena taksa na tekuća goriva. Osim toga uzela se kamatna stopa od 8% kako u prvom, tako i u drugom slučaju. Kad bi kamatnjak bio niži, prednost bi se pomakla prema nuklearnoj elektrani, koja ima veće specifične investicije.

Zaključujući može se kazati, da su i bez znatnijih poboljšanja u nuklearnim termoelektranama tipa *Calder Hall* cijene, koje se mogu postići u Italiji s velikim jedinicama, ipak više od cijena, koje se postizavaju u tradicionalnim elektranama, ali nisu znatno više.

Ing. J. Jerić

Razvoj elektroprivrede i elektroindustrije u SSSR-u za 40 godina

U okviru proslave Oktobarske revolucije izašlo je u sovjetskom elektrotehničkom časopisu *Električestvo*, br. 11, 1957 g. nekoliko članaka o razvitku elektroprivrede i elektroindustrije u Sovjetskom Savezu u proteklih 40 god. Osvrt na ove članke dan je u slijedećem prikazu.

Apsolutna proizvodnja električne energije u carskoj Rusiji, prije Prvog svjetskog rata, iznosila je 2.000 GWh/g uz snagu elektrana od 1000 MW, pa je tako Rusija bila petnaesta zemlja po proizvodnji električne energije na svijetu.

Već brzo nakon Oktobarske revolucije, t. j. 1920 g., razrađen je plan razvitka narodne privrede Rusije za vremenski period 10 . . . 15 godina, nazvan plan »GOELRO«. Ovaj je plan dao osnovu za daljnju elektrifikaciju, no ona se razvijala brže, nego što je bilo planirano. Već za 14 godina, t. j. 1934 g., snage rajonskih elektrana iznosile su 3.666 MW, a to je 2 puta više, nego što je bilo planom predviđeno. Daljnji planovi elektrifikacije rađeni su po petogodištima. U tabeli je navedena proizvodnja električne energije za karakteristične godine, naročito one u završecima pojedinih petogodišta.

Na taj je način SSSR po proizvodnji električne energije došao nakon 40 god. na drugo mjesto na svijetu. Što se pak specifične proizvodnje po glavi stanovnika tiče interesantno je spomenuti, da je 1929 g. proizvodnja po stanovniku u USA bila za 25 puta veća, dok se 1953 g. taj odnos smanjio na samo 4,4 puta.

Godina	Proizvodnja GWh	Primjedba
1932	13.540	krajem I. petog.
1937	36.100	krajem II. petog.
1940	48.300	
1950	91.200	krajem IV. petog.
1955	170.000	krajem V. petog.
1957	200.000	predviđeno
1960	300.000	planirano

Potencijal vodnih snaga SSSR-a ocijenjen je u srednjoj godini na 300.000 MW. Njihovo iskorištenje počelo je odmah poslije revolucije. Prvijenac sovjetskih hidroelektrana jest Volhovska hidroelektrana, izgrađena već prije GOELRO plana, sa snagom od 66 MW. Prije II. Svjetskog rata bila je najveća hidroelektrana u SSSR-u Dnjeprovska sa 560 MW, a termoelektrana Staljingradska sa 400 MW.

Danas je najveća hidroelektrana u Kujbiševu od 2100 MW, a uskoro se stavljaju u pogon Staljingradska od 2310 MW i Bratska od 3600 MW. Najveća će biti elektrana na rijeci Jenisej u Sibiru sa snagom od 4000 MW; njezina je gradnja već započela. U 12 godina poslije rata stavljeno je u pogon 68 hidroelektrana s ukupnom snagom od 7.943 MW (samo pod Ministarstvom elektrana), a od ukupne proizvodnje električne energije otpada danas 16% na hidroelektrane.

Mnogo je napredovala i izgradnja velikih termoelektrana, tako da u SSSR-u radi 12 termoelektrana sa snagom od 400 MW i više, od kojih je najveća Ščekinska sa 610 MW.

S povećanjem snaga elektrana porasle su također snage agregata. Dok je 1940 g. snaga najvećeg hidroagregata iznosila 72 MW (Dnjeprovska HE), poslije rata povećana je ta snaga na 105 MW (Kujbiševska HE).

U termoelektranama u 1940 g. radili su pomajviše turboagregati snage 25 MW, ponešto 50 MW, a samo 3 od 100 MW. Krajem 1956 g. već radi 41 turboagregat od 100 MW, a 3 po 150 MW. Zbog prelaska na visoke pritiske povećana je ekonomičnost goriva, te je potrošak kalorija po kWh smanjen od 1940 do 1950 g. za 23%. Automatizacija kotlovskih postrojenja zahvaćena je vrlo široko. Danas je automatizirano 805 kotlova, što čini 79,8% ukupnog kotlovskog kapaciteta. U posljednjim godinama sagrađeno je također mnogo toplana. U 1932 g. snaga agregata u toplanama iznosila je 300 MW, što je bilo 11,4% snage sviju turboagregata, u 1956 g. snaga se popela na 6.095 MW ili 30,4% snage svih turboagregata.

Zbog velikog prostranstva u SSSR je radilo mnogo odijeljenih elektrosistema. Danas taj broj iznosi ukupno 61. Tokom razvitka mreže, međutim, ovi se sistemi povezuju vodovima vrlo visokog napona. Tako je 1956 g. povezan Kujbiševski i Centralni (moskovski) elektrosistem vodom od 400 kV, dužine 1000 km. Time je započelo stvaranje jedinstvenog sistema evropskog dijela SSSR-a. U 1958 g. predviđeno je vezanje spomenutih sistema na Uralski sistem, također vodom od 400 kV, a 1959. g. vezanje Južnog sistema vodom od 500 kV. Tako bi se stvorio Evropski jedinstveni sistem sa nagom 25.000 MW.

Da se mogao ostvariti ovako nagli razvoj elektroprivrede, trebalo je razviti i snažnu elektroindustriju. Uzme li se, da je proizvodnja elektroindustrije 1940 g. iznosila 100%, porasla je ona 1957 g. na 1170%. To je daleko nagliji porast od porasta industrije u cjelini. Već 1921 g. osnovan je Državni eksperimentalni elektrotehnički institut, koji je odigrao značajnu ulogu u razvoju elektroindustrije.

Industrija parnih turbina i generatora proizvodila je u I. petogodištu agregate 12 . . . 25 MW, a sad se serijski proizvode jedinice od 100 . . . 150 MW. Turboagregat od 200 MW trebao je ući u pogon krajem 1957 g., a agregat od 300 MW stavit će se u rad u 1960 g. Agregati do 25 MW hlade se zrakom, a od 30 MW i više vodikom. Prave se već projekti za jedinicu od 500 MW sa tekućim hlađenjem.

Dok je danas najveća hidrogeneratorska jedinica 105 MW, izgrađuju se projekti za jedinicu Bratske hidroelektrane od 200 MW i Krasnojarske od 250 . . . 300 MW.

U zemlji se izrađuju sve vrste transformatora, od kojih je do sada najveći autotransformator 3 × 167 MW, 400/242 kV. Rade se planovi za izradu transformatora od 500 kV. U 1940 g. proizvedeno je 3,5 GVA snage transformatora, a u 1957 g. 26 GVA. U široku se upotrebu uvode hladnovaljani transformatorski limovi s malim gubicima.

Najveće dostignuće u proizvodnji aparata pretstavlja sklopka 400 kV, rasklopne snage 15.000 MVA. Mnogo se tvornički izrađuju kompletna razvodna postrojenja za 6, 10 i 35 kV i kompletne transformatorske stanice do 18 MVA.

Industrija kabela razvila je kabele sve do napona od 220 kV. U gradnji kabela mnogo su se počeli upotrebljavati aluminijski vodiči mjesto bakrenih, te aluminijski plaštevi mjesto olovnih. Time se kabel pojeftinjuje za 30%. Upotreba klorvinilnih masa umjesto gume obećaje široku primjenu.

I u drugim proizvodima elektroindustrije postignuti su vidni uspjesi, kao na pr. u gradnji ispravljača, gdje je za potrebe istosmjernog veleprijenosa konstruiran živin ispravljač za 130 kV i 900 A.

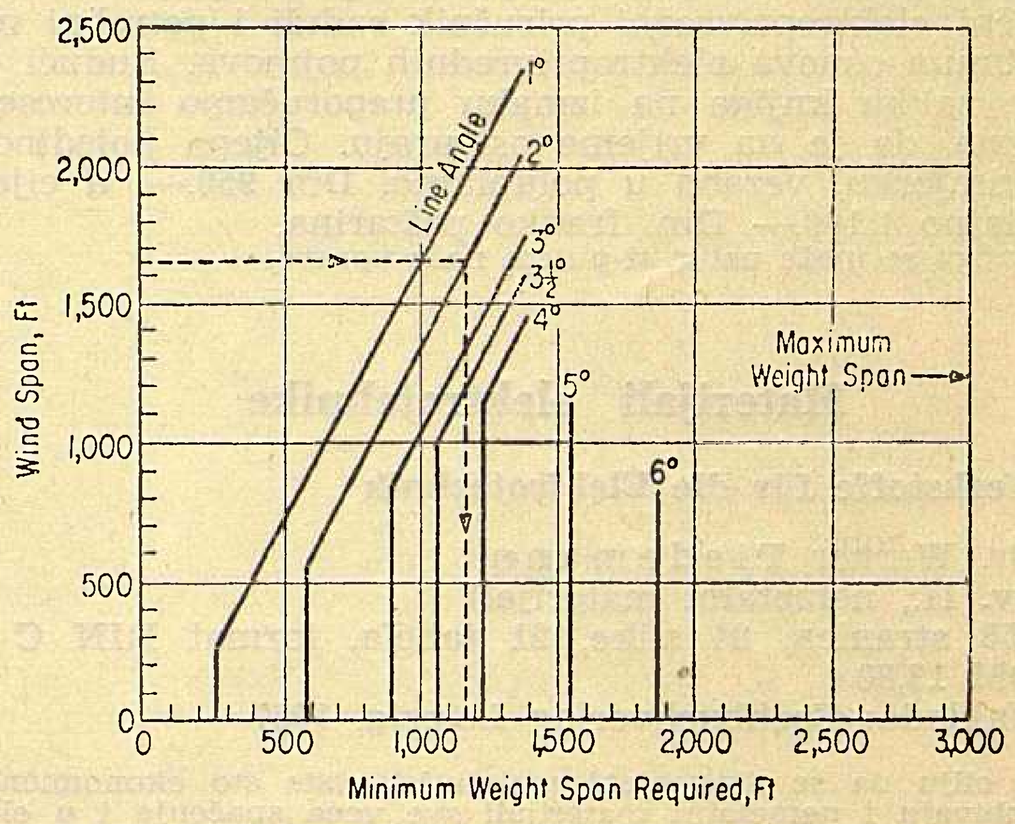
Daljnji razvoj industrije usmjeren je proizvodnji većih snaga agregata, povećanju faktora iskoristivosti i smanjenju težine strojeva.

Dokaz zrelosti sovjetske energetike i strojogradnje daje izgradnja industrijske atomske elektrane, novog izvora toliko potrebne električne energije.

Ing. B. Markovčić

Održavanje sigurnosnih razmaka na stupovima kod niskih temperatura

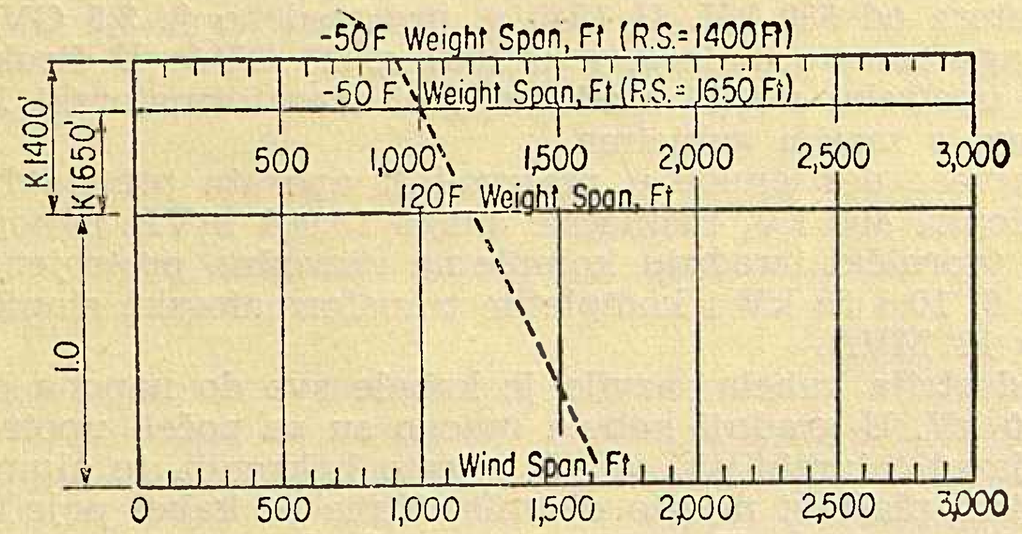
Kod niskih temperatura vodič se stegne, što kod stupova u dolinama dolazi do izražaja kao smanjenje gravitacionog raspona. Ako je to nosni-kutni stup ili puše jaki vjetar, može doći do pretjeranog otklona izolatorskog lanca, čime se smanjuje sigurnosni razmak do stupa. Za kontrolu otklona potrebno je zato odrediti gravitacioni raspon kod dotične temperature. Jedan postupak za rješenje tog zadatka predlaže H. B. White u svom članku »Kako održavati sigurnosni razmak na stupovima kod niskih temperatura« (How to Maintain Tower Clearances at Low Temperature),



Sl. 1. Određivanje gravitacionog raspona iz srednjeg raspona. Dijagram za američki čelični stup tipa »Alcan« B.

Line Angle = kut otklona trase
Maximum Weight Span = najveći gravitacioni raspon
Minimum Weight Span Required, Ft = najmanji potrebni gravitacioni raspon, stopa
Wind Span, Ft = srednji raspon, stopa
(1 stopa = 30.48 cm)

Electrical World, 9. 12. 57. Ako je zadan sigurnosni razmak, može se iz crteža stupa odrediti najveći dopustivi otklon izolatorskog lanca, a iz podataka o vjetru i kutu trase može se za svaku vrijednost srednjeg raspona odrediti najmanji potrebni gravitacioni raspon, i to bilo računom ili iz dijagrama izrađenog za te uvjete. Primjer takvog dijagrama prikazan je na slici 1, gdje kosi pravci odgovaraju uvjetima sa vjetrom, a uspravni pravci uvjetima bez vjetra.



Sl. 2. Nomogram za najmanji gravitacioni raspon kod niskih temperatura

Weight Span, Ft (R. S. = 1400 Ft) = gravitacioni raspon, stopa (idealni raspon = 1400 stopa)
Weight Span, Ft = gravitacioni raspon, stopa

Za određivanje gravitacionog raspona iz oblika vodiča može se postupiti ovako. Ako je poznat provjes idealnog raspona za maksimalnu temperaturu (f_{max}) i provjes idealnog raspona za minimalnu temperaturu (f_{min}), onda se najprije izračuna faktor K po formuli:

$$K = (f_{max} - f_{min}) : f_{min}.$$

Zatim se uz poznati srednji raspon za taj stup (a_{sr}) i poznati gravitacioni raspon kod maksimalne temperature ($a_{gr,max}$) može izračunati gravitacioni raspon kod minimalne temperature ($a_{gr,min}$) po formuli:

$$a_{gr,min} = a_{gr,max} - K\,(a_{sr} - a_{gr,max})$$

Za rješenje potonje formule može se izraditi jednostavni nomogram kao na slici 2. Tu tri jednake linearne skale prikazuju raspone: a_{sr}, $a_{gr,max}$ i $a_{gr,min}$. Razmaci između tih skala moraju biti u odnosu 1 : *K*. Za svaku vrijednost idealnog raspona potrebno je nacrtati posebnu sliku na određenom razmaku, koji slijedi iz vrijednosti K izračunate za taj idealni raspon, Ova je metoda bila upotrebljena kod projektiranja nekih američkih vodova 345 kV s vodičima u snopu, pa može biti od koristi i za naše projektante.

Dr. Ing. B. Stefanini

PREGLED NOVIH KNJIGA

Kontni plan elektroprivrede 1957.

Autori: Jakov Bezerić, Jenö Kerm, Ante Kršulović, Ing. Ivan Lučev, Vladimir Poznić, Benito Tocigl

Knjigovodstvenom, administrativnom i tehničkom osoblju zaposlenom u elektroprivredi dobro će doći ovaj zbir vrlo dobro razrađenih uputa o gospodarenju sredstvima, koje je zajednica dala elektroprivredi na upravljanje.
Naročito su detaljno obrađena uputstva vezana uz osnovna i obrtna sredstva, način postupka prigodom prinove, likvidacije, nastalih šteta, naknadnih procjena i t. d.
Isto je tako obrazloženo i korištenje sredstava iz raznih fondova. Ovaj kontni plan, koji je ujedno i praktični elektroprivredni priručnik sadrži i potrebni minimum osnova elektroprivrednih pojmova. Budući da je zaliha knjiga na izmaku preporučamo interesentima, da je na vrijeme osiguraju. Cijena pojedinom primjerku, vezano u poluplatno, Din 950.—, a cijelo platno 1.100.— Din. franko poštarina.
Knjiga se može nabaviti putem naše uprave.

Materijali elektrotehnike

Werkstoffe für die Elektrotechnik

Dr. Werner Tiedemann
Sv. II., nemetalni materijali
255 stranica, 84 slike, 21 tabela, format DIN C 5, DM 13,80
Naklada: Fachbuchverlag Leipzig, 1957

U cilju da se dragocjeni metali iskoriste što ekonomičnije, dobivaju i nemetalni materijali sve veće značenje i u elektrotehnici. Od tih materijala najveću pažnju treba posvetiti umjetnim materijama, njihovim osebinama i primjeni. Zastarjela shvaćanja, da su to »materijali za zamjenu«, zadnjih su godina potpuno odbačena; naprotiv ovi materijali imadu često povoljnije osebine od onih materijala, koje su trebali zamijeniti. Stoga pisac nastoji, da u ovoj knjizi obrazloži svojstva i pravilnu primjenu u praksi tih novih materijala. Kao čitaoci dolaze u obzir: učenici stručnih škola, tehničari i inženjeri jake i slabe struje i visokofrekventne tehnike.

Proračun istosmjernih strojeva kod premetanja

Berechnung einer Gleichstrommaschine bei der Umwicklung

K. G. Sherwe
Prijevod s ruskoga
143 stranice, 82 slike, format Din C 5, poluplatno, DM 12,—
Naklada: Fachbuchverlag Leipzig, 1957

Ova stručna knjiga obrađuje u uvodu pripremne radove za premotavanje, zatim mjerenja na strojevima, te postojeće sisteme namota na armaturama i mogućnosti njihove primjene kod premotavanja. Glavna poglavlja daju opsežne upute za izvođenje premotavanja i za odeđivanje broja i presjeka vodiča. Navode se zatim postupci za približno određivanje snage premotanih strojeva. Konačno se obrazlažu pojedini tipovi namota i njihovo izvođenje.

Kao čitaoci dolaze u obzir: kvalificirani radnici sa stručnom školom, majstori za namatanja strojeva u radionicama za popravak električnih strojeva, đaci stručnih škola, tehničari i inženjeri u pogonima s elektromotorima.

Elektrotehnika

Die Elektrotechnik

Ing. Rudolf Reinhardt
Na novo preradio Obering. Friedrich Weickert
5. prošireno i prerađeno izdanje — 641 str. sa 1051 slikom.
Cijena DM 18.50 — Naklada: Fachbuchverlag, Leipzig 1958.

Autor daje na lako shvatljiv način zaokruženi pregled o osnovima i područjima primjene elektrotehnike. Peto izdanje ove stručne knjige obradio je skup stručnjaka, uzevši u obzir najnovije stanje tehničkog razvoja. Naročito su znatno proširena poglavlja o telefonskoj i radiotehnici, budući da su se na tom području u novije doba pojavile mnoge novosti. Dodano je novo poglavlje o industrijskoj elektronici.

Kao čitaoci dolaze u obzir: stručni radnici, đaci stručnih škola, majstori, tehničari i inženjeri.

Sve se knjige mogu naručiti putem ZNANSTVENE KNJIŽARE JUGOSLAVENSKE AKADEMIJE, Zagreb, Preradovićeva ul. 2.

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ ZA MJESEC PROSINAC 1957

Proizvodnja i nabava električne energije u NRH

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh						Nabava MWh iz				Predano potrošačima
		Udružene elektroprivrede		Većih ind. elektrana		Ukupno		Slovenije	BiH	Italije	Ukupno	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE					
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
XII.	1956	67898	15014	1489	13290	69387	28304	35258	5045	—	40303	137994
Ukupno	1956	546384	194728	15633	187998	562017	382726	322940	70413	837	394190	1338933
I.	1957	61804	15752	1322	12720	63126	28472	34536	8207	—	42743	134341
II.	1957	66014	8225	1678	10559	67692	18784	22200	13658	—	35858	122334
III.	1957	57981	15010	1358	11403	59339	26413	25093	20724	—	45817	131569
IV.	1957	63618	9678	1902	10868	65520	20546	32754	10874	—	43628	129694
V.	1957	60165	14305	1623	11231	61788	25536	37726	7201	—	44927	132251
VI.	1957	50612	16278	1240	11656	51852	27934	34056	9559	—	43615	123401
VII.	1957	27559	12692	659	13219	28218	25911	26744	42944	—	69688	123817
VIII.	1957	23668	19756	603	16001	24271	35757	24536	38800	—	63336	123364
IX.	1957	27511	21139	908	18524	28419	39663	22055	30968	—	53023	121105
X.	1957	56381	21448	1443	18433	57824	39881	24376	18151	—	42527	140232
XI.	1957	62666	22061	1658	15361	64324	37422	22922	23715	—	46637	148383
XII.	1957	59164	30818	1327	16402	60491	47220	20228	38150	—	58378	166089
Ukupno		617143	207162	15721	166377	632864	373539	327226	262951	—	590177	1596580

ENERGETSKA BILANCA ZA MJESEC PROSINAC 1957. ZEP HRVATSKE U MWh

IZVOR ELEKTRIČNE ENERGIJE	Elektroenergetski sistem			Ukupno
	Zap. Hrvatska	Dalmacija	Slavonija	
a	1	2	3	4
Proizvodnja na generatoru: hidroelektrane	13768	45392	4	59164
termoelektrane	29980	51	787	30818
Ukupno (a)	43748	45443	791	89982
Vlastiti potrošak	3236	274	107	3617
Prag udruženih elektrana	40512	45169	684	86365
Nabava: od industrijskih elektrana (b)	132	1685	27	1844
od susjed. zajednica (c)	36858	14020	7500	58378
iz inozemstva (d)	—	—	—	—
Ukupno raspoloživo na pragu:	77502	60874	8211	146587
Gubici: prijenosa	5263	2685	1702	9650
distribucije	14961	2406	1143	18510
Predano potrošačima	57278	55783	5366	118427
Industr. vlastita opskrba (e)	7039	3662	5184	15885
Ukupna proizvodnja (F = a + b + e)	50919	50790	6002	107711
Proizvodnja i nabava (G = f + c + d)	87777	64810	13502	166089
Nenamirene potrebe:				
zbog pomanjkanje energije	—	170,4	99,6	270,0
zbog pogonskih smetnji	49,7	290,2	34,3	374,2
Ukupni manjak električne energije	49,7	460,6	133,9	644,2
Ukupna potreba električne energije	87826,7	65270,6	13635,9	166733,2
Zadovoljenje u %	99,9	99,3	99,1	99,5

POGONSKI POKAZATELJI ELEKTRANA ZA MJESEC PROSINAC 1957.

Područje	NAZIV ELEKTRANE	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u izvj. mjesecu	Proizvodnja od početka godine	Vlastiti potrošak MWh	Vlastiti potrošak % od proizvodnje	Moguća proizvodnja	Faktor iskorištenja	Maksimalno opterećenje MW	Utrošak topline kcal kWh
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ZAPADNA HRVATSKA	HE Vinodol	75,2	10941	79976	106	0,97	10941	100,0	75,0	—
	HE Ozalj	5,0	2133	23547	128	6,01	2140	99,4	5,3	—
	HE Zeleni Vir	0,8	507	5655	3	0,59	530	95,8	0,8	—
	HE Fužine	...	187	783	34	18,19	...	...	...	—
	TE Zagreb	17,0	6936	72716	811	11,70	12648	55,0	15,0	6613
	TE Jertovec	26,5	16768	76152	1599	9,55	19730	74,5	...	...
	TE Vlaška	7,0	4413	33313	460	10,44	5208	84,7	8,1	4606
	TE Rijeka	5,0	1863	17032	95	5,11	3720	50,1	5,4	5498
	TE Željezara, Sisak	5,5	3774	37035	635	16,84	4092	92,1	6,7	...
	TE Tv. za pam. ind., Duga Resa	2,6	1303	14035	137	10,52	1934	67,4	3,2	4300
	HE Tv. za pam. ind., Duga Resa	1,7	434	5303	—*	—*	...	...	—	—
	TE Pamučna ind., Zgb.	0,5	—	88	—	—	372	—	...	—
	TE Tv. papira, Zagreb	2,1	663	8863	...	...	1562	42,4		...
	TE Tv. papira, Rijeka	2.0	662	7681	47	7,55	1488	41,8	1,9	4850
	HE Tv. papira, Rijeka	0,4	251	2558	—*	—*	...	...		—
	TE Tv. cementa, Koromačno	1,2	124	2731	...	...	893	13,9	...	...
	UKUPNO:		50919	387468	4055	7,95				
DALMACIJA	HE Kraljevac	58,0	31117	331405	200	0,64	31860	97,6	67,0	—
	HE Miljacka	20,0	9964	127486	53	0,53	10530	94,5	...	—
	HE Jaruga	5,4	3592	41152	6	0,17	3840	93,6	5,3	—
	HE Zavrelje	1,5	719	6581	10	1,39	...	...	...	—
	DE Dubrovnik	1,0	49	176	5	10,20	744	6,6	...	...
	DE Zadar	0,5	2	29	—	—	372	0,5	...	...
	TE Jugovinil	17,5	3772	42231	...	...	12871	29,4	...	...
	TE Tv. cementa, Sućurac	3,7	—	1496	...	...	2753	—	—	—
	TE Tv. cementa, Majdan	1,6	933	11067	...	...	1190	78,4	...	...
	HE Tv. cementa, Majdan	1,0	355	5823	...	...	...	...	...	—
	HE Roški Slap, Siverić	0,8	287	2037	...	...	...	...	...	—
	UKUPNO:		50790	569483	...	...				
SLAVONIJA	TE Osijek	3,2	616	5828	74	12,01	2381	25,9	...	7760
	TE Đakovo	0,35	161	1871	32	19,89	260	62,0	0,5	10850
	DE Vinkovci	0,2	8	40	1	12,50	149	5,4	...	...
	DE Kuzmica	0,15	2	537	—	—	...	...	...	—
	HE Mihaljevci	0,08	4	23	—	—	...	...	...	—
	TE Jug. komb. Borovo	6,0	2005	21584	286	13,94	4464	44,9	4,7	5471
	TE Tv. vagona, Sl. B.	3,0	861	8118	114	13,25	2232	38,6	2,6	8500
	TE Sladorana, Županja	7,0	1444	7955	270	18,75	5208	27,7	3,0	7069
	TE Šećerana, Osijek	2,0	901	3493	—	—	1488	60,5	31,5	2000
	UKUPNO:		6002	49449	777	12,96				
	SVEUKUPNO:		107711	1006400	...	...				

* Vlastiti potrošak za industrijske elektrane, koje rade hidro i termo, iskazan je ukupno pod termo.

AKUMULACIJA HE VINODOL ZA MJESEC PROSINAC 1957.

Akumulacija 30. XI. 1957.		18.095,6 MWh	Raspoloživa količina vode	35.171,7 MWh
dotok Lokvarke	6.271,3 MWh		Proizvodnja	10.941,3 MWh
dotok Ličanke	10.804,2 MWh		Preliv preko brane	— MWh
			Akumulacija 31. X. 1957.	24.229,8 MWh
Ukupno		17.075,5 MWh	Iskorištenje dotoka	100%

PROIZVODNJA UGLJENA ZA MJESEC PROSINAC 1957.

Vrste ugljena — ugljenokopi		Proizvodnja u tonama					
		izvještajni mjesec			od početka godine		
		1956	1957	odnos % 2 : 1	1956	1957	odnos % 5 : 4
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Raša		79570	74030	93,4	822000	836590	101,8
MRKI	Rudnik mrkog uglja »Dubravice«	1541	447	28,9	12629	6926	55,0
	Golubovečki ugljenokopi, Golubovec	7017	7981	113,7	81399	85571	105,1
	Rudnik mrkog uglja, Ivanopolje	2844	1986	69,9	27397	24160	88,5
	Krapinski ugljenokopi. Krapina	2129	1376	64,5	24406	21553	88,5
	Međimurski ugljenokopi, Mursko Središće	17401	18293	105,1	194017	203179	104,7
	Rudnik mrkog uglja, Pregrada	3693	4775	129,3	39764	55920	140,6
	Dalmatinski ugljenokopi, Siverić	14045	13179	93,8	152356	147065	96,5
	Konjšćinski ugljenokopi, Zajezda	3025	2539	83,7	39216	37619	95,9
	Rudnik tv. opeke »Češko selo«	298	591	198,2	2027	2436	120,6
	Rudnik mrkog uglja, Ratkovica	—	3124	—	—	13611	—
					58319	45038	77,1
Svega mrki		51993	54291	104,4	631530	643078	101,8
LIGNIT	Rudnik lignita, Donji Lipovac	35	—	—	3593	418	11,6
	Ivanečki ugljenokopi, Ivanec	15758	14912	94,6	149419	158542	106,2
	Konjšćinski ugljenokopi, Konjšćina	26315	25330	96,3	277675	294858	106,2
	Koprivnički ugljenokopi, Koprivnica	11269[1]	14884[1]	132,4	130405	152775	117,0
	Rudnik lignita, Ladanje Donje	15726	14894	94,7	161253	160332	99,4
	Bjelovarski ugljenokopi, Mišulinovac	4663[2]	4661[2]	100,0	45321	44220	98,0
	Novogradiški ugljenokopi, Nova Gradiška	544	556	102,1	11266	9644	85,5
	Rudnik lignita »Bilo«, Pitomača	2721	3524	129,2	33114	37342	112,7
	Rudnik lignita, Sinj	1343	501	37,2	35279	8429	23,8
	Rudnik lignita, Špičkovina	2886	3220	111,6	29620	26020	88,2
	Stubički ugljenokopi Tugonica	16326	10674	64,3	157683	146527	92,9
	Križevački ugljenokopi, Voj. Kloštar	3949	5110	129,3	37074	44859	121,0
	Kordunski rudnici, Topusko	1780	1292	72,5	19139	14131	74,0
	»Bratstvo«, Kapela	109	202	185,0	1160	1189	102,5
	Ciglana »Crvena Zvezda«, Garešnica	—	1111	—		2197	—
					12261	97089	79,1
Svega lignit		103424	100871	97,5	1104262	1198572	108,5
Ukupno sve vrste ugljena		234987	229192	98,0	2557792	2678240	104,7

Napomena 1) Uključena proizvodnja pripojenih poduzeća Rasinja i Petrovdol.
2) Uključena proizvodnja pripojenog poduzeća Šandrovac.

INDEKS PROIZVODNJE UGLJENA I KOKSA U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						Koksare	Plinare
		Ukupno	kameni	mrki	lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora		
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proizvodnja u 000 t	XII. 1957	1694	106	790	798	439	234	375	627	0,9	18,2	86,1	2,1
	I—XII. 1957	18006	1226	8525	8255	4368	2622	4101	6768	10,5	137,1	1037,2	24,6
Indeks na bazi	XII. 1956	93	88	92	94	97	100	98	84	50	144	99	101
	I—XII. 1956	105	99	101	111	108	106	110	101	82	103	112	107

INDEKS PROIZVODNJE I PRERADE NAFTE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzini	»White« špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ	Uvoz sirove nafte
		t	000m³	t	t	t	t	t	t	t	t
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Proizvodnja	XII. 1957	33502	4160	85852	20936	397	4862	17467	2637	189	—
	I—XII. 1957	395560	41525	1034898	220829	8617	73253	251543	41469	1924	595651
Indeks na bazi	XII. 1956	117	57	103	121	81	65	101	108	127	—
	I—XII. 1956	135	61	116	128	134	89	124	131	117	102

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 2/1958).

STRUKTURA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO VRSTAMA POTROŠAČA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA NR HRVATSKE ZA MJESEC PROSINAC 1957.

Potrošačka grupa	PODRUČJE									Sveukupno		
	Zapadna Hrvatska			Dalmacija			Slavonija			u izvj. mjes. (1+4+7)		od početka god. (3+6+9)
	u izvj. mjes.		od početka god.	u izvj. mjes.		od početka god.	u izvj. mjes.		od početka god.			
	MWh	%	MWh	MWh	%	MWh	MWh	%	MWh	MWh	%	MWh
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kućanstva	17091	22,0	161120	8524	14,0	85999	1658	20,2	15545	27273	18,6	262664
Rasvj. u posl. prostor.	3103	4,0	27433	935	1,5	8050	640	7,8	4884	4678	3,2	40367
Motori i aparati	2541	3,3	26703	753	1,2	7768	371	4,5	3888	3665	2,5	38359
Poljoprivredni motori	534	0,7	4906	70	0,1	465	88	1,1	652	692	0,5	6023
Javna rasvjeta	1104	1,4	10709	376	0,6	3392	213	2,6	1962	1693	1,2	16063
Vodovod	2270	2,9	27475	760	1,3	9725	118	1,4	1699	3148	2,1	38899
Električna vuča												
a) tramvaj i trolejbus	1077	1,4	12040	34	0,0	429	105	1,3	1102	1216	0,8	13571
b) željeznica	1186	1,5	12194	—	—	—	—	—	—	1186	0,8	12194
Ugljenokopi	5874	7,6	71432	93	0,2	1403	—	—	—	5967	4,1	72835
Tvornice cementa	2413	3,2	29363	5664	9,3	43990	—	—	—	8077	5,5	73353
Elektro-kemija	—	—	—	24102	39,6	253459	—	—	—	24102	16,4	253459
Elektro-metalurgija	—	—	—	11307	18,6	112875	—	—	—	11307	7,7	112875
Ostala industrija	18534	23,9	190153	3038	5,0	30101	2127	25,9	20761	23694	16,2	241015
Preprodavci	1551	2,0	13856	132	0,2	1080	46	0,6	336	1729	1,2	15272
Predano potrošačima	57278	73,9	587384	55783	91,6	558736	5366	65,4	50829	118427	80,8	1196949
Gubici prijenosa i distribucije	20224	26,1	141197	5091	8,4	56467	2845	34,6	18249	28160	19,2	215913
Ukupno raspoloživa električna energija	77502	100,0	728581	60874	100,0	615203	8211	100,0	69078	146587	100,0	1412862

INDEKS PROIZVODNJE ELEKTROENERGIJE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještanjo razdoblje	FNRJ			Po narodnim republikama					
		Ukupno	hidro	termo	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja u MWh	XII. 1957.	641	351	290	158	114	207	130	28,2	3,8
	I—XII. 1957.	6250	3521	2729	1447	1074	2306	1156	231	36
Indeks na bazi	XII. 1956.	128	146	101	134	109	115	164	215	103
	I—XII. 1956.	124	122	125	122	106	121	147	166	115

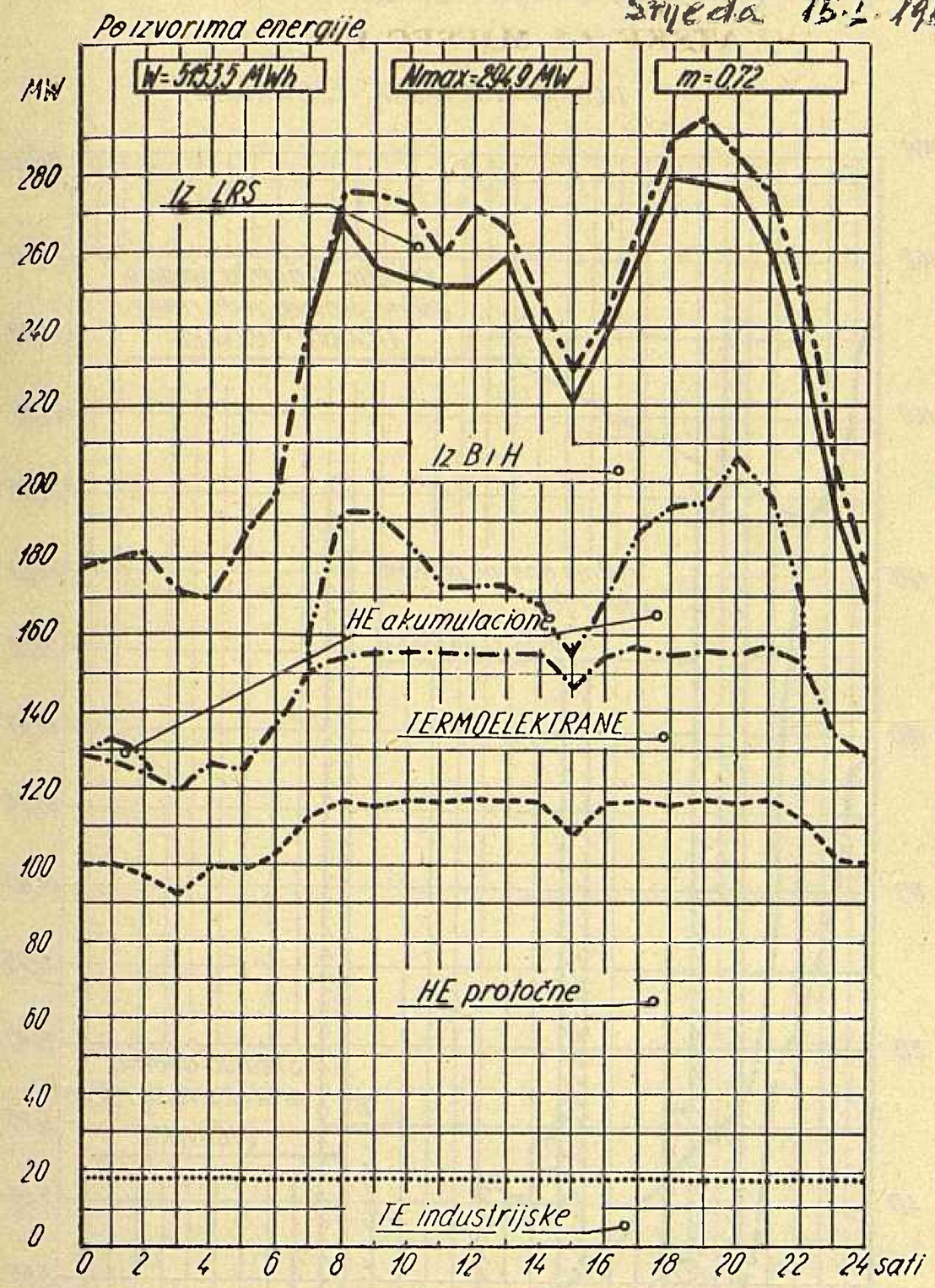
INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U FNRJ

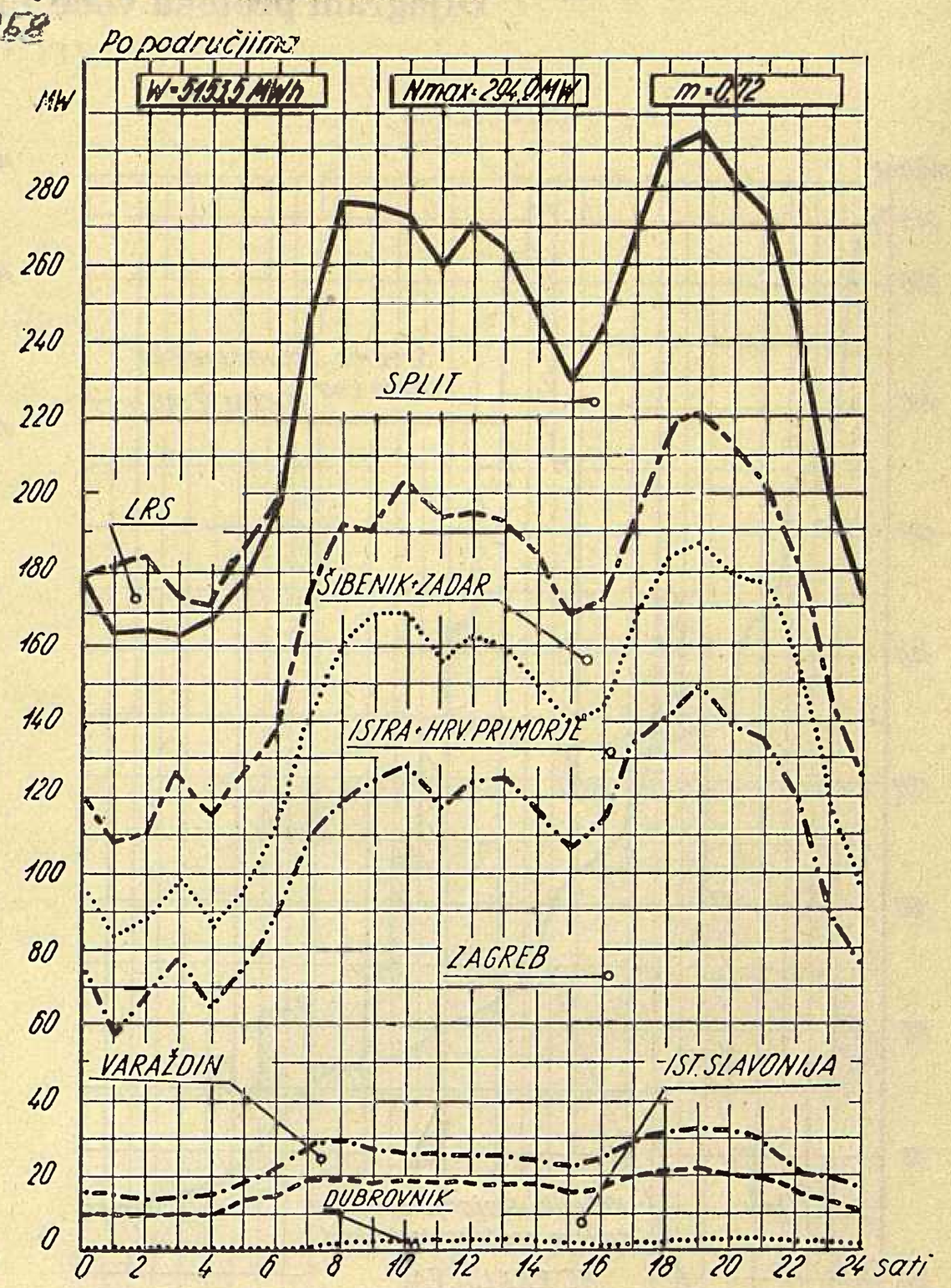
Izvještajno razdoblje		Po narodnim republikama							Po namjeni		
		FNRJ	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	sredstava rada	materijal za reprodukciju	Potrošna roba
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XII.	1956.	118	124	115	117	115	136	131	140	114	121
	1957.	139	151	140	128	122	158	160	160	127	153
I—XII.	1956.	99	100	100	100	99	100	100	100	100	100
	1957.	117	119	119	113	112	119	110	116	114	121

NAPOMENA: Za sastav tabele indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 2/1958).

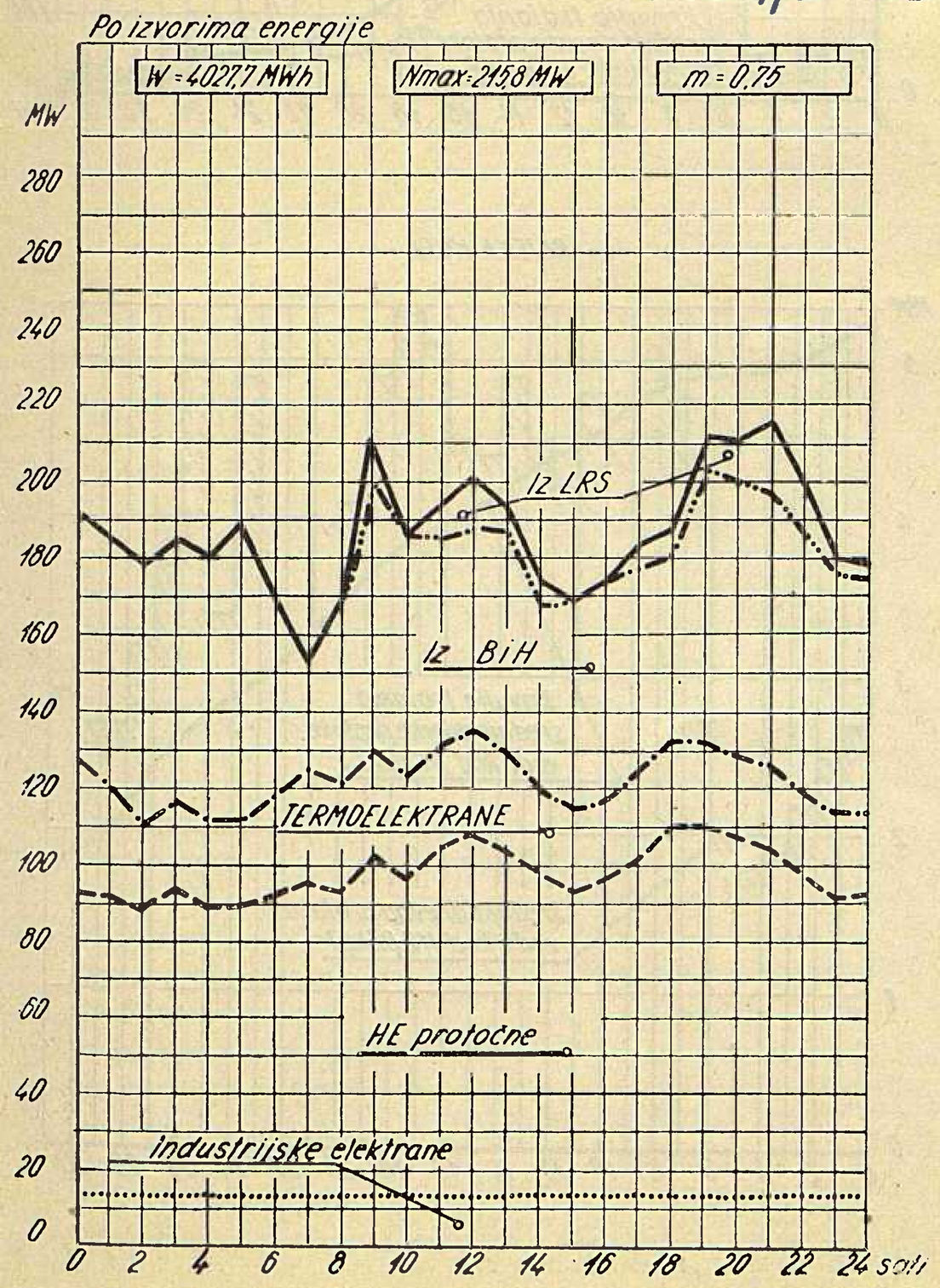
Tok dnevnog opterećenja na dan ~~13. XII. 1957.~~

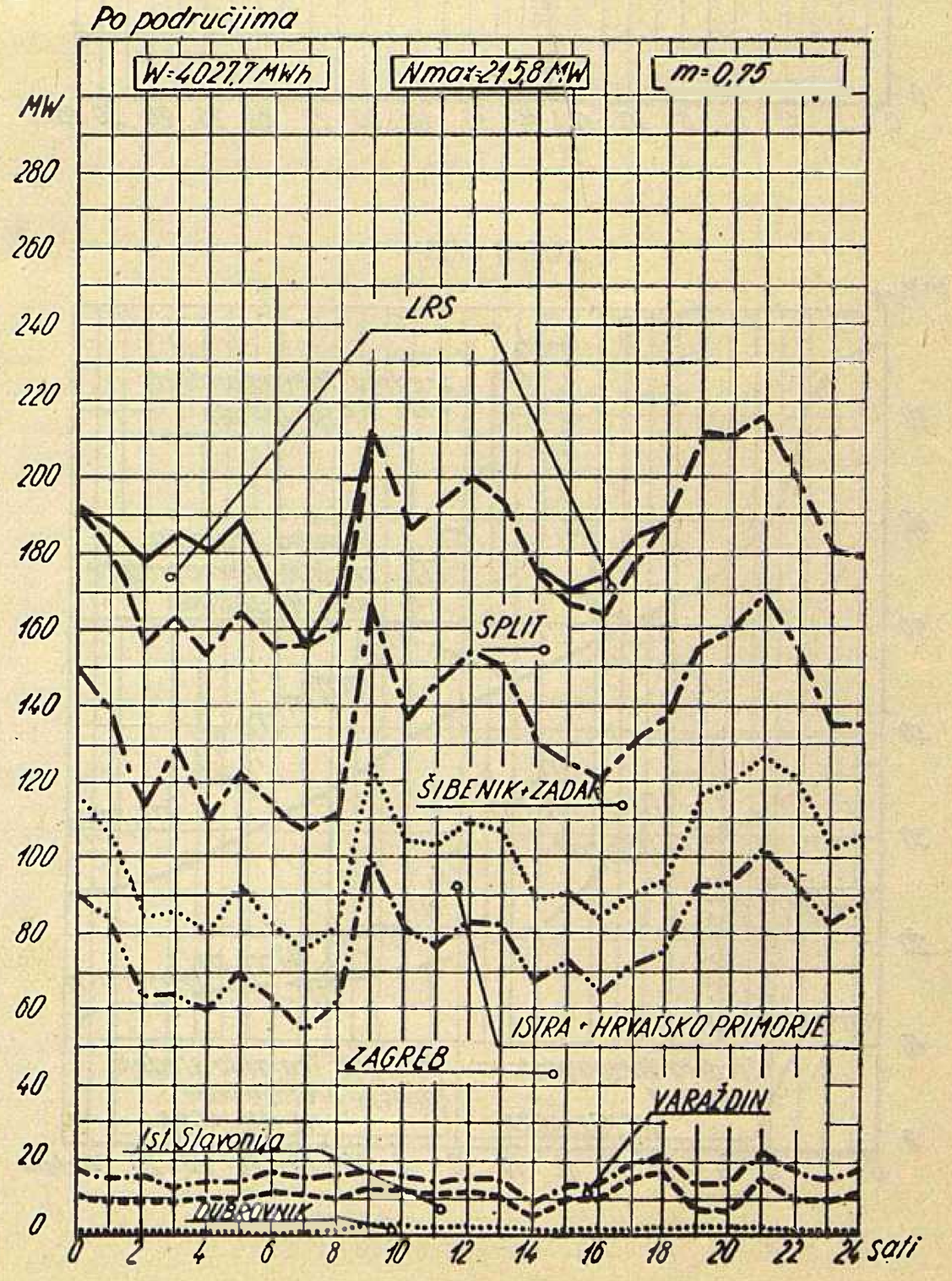
Srijeda 15. I. 1958



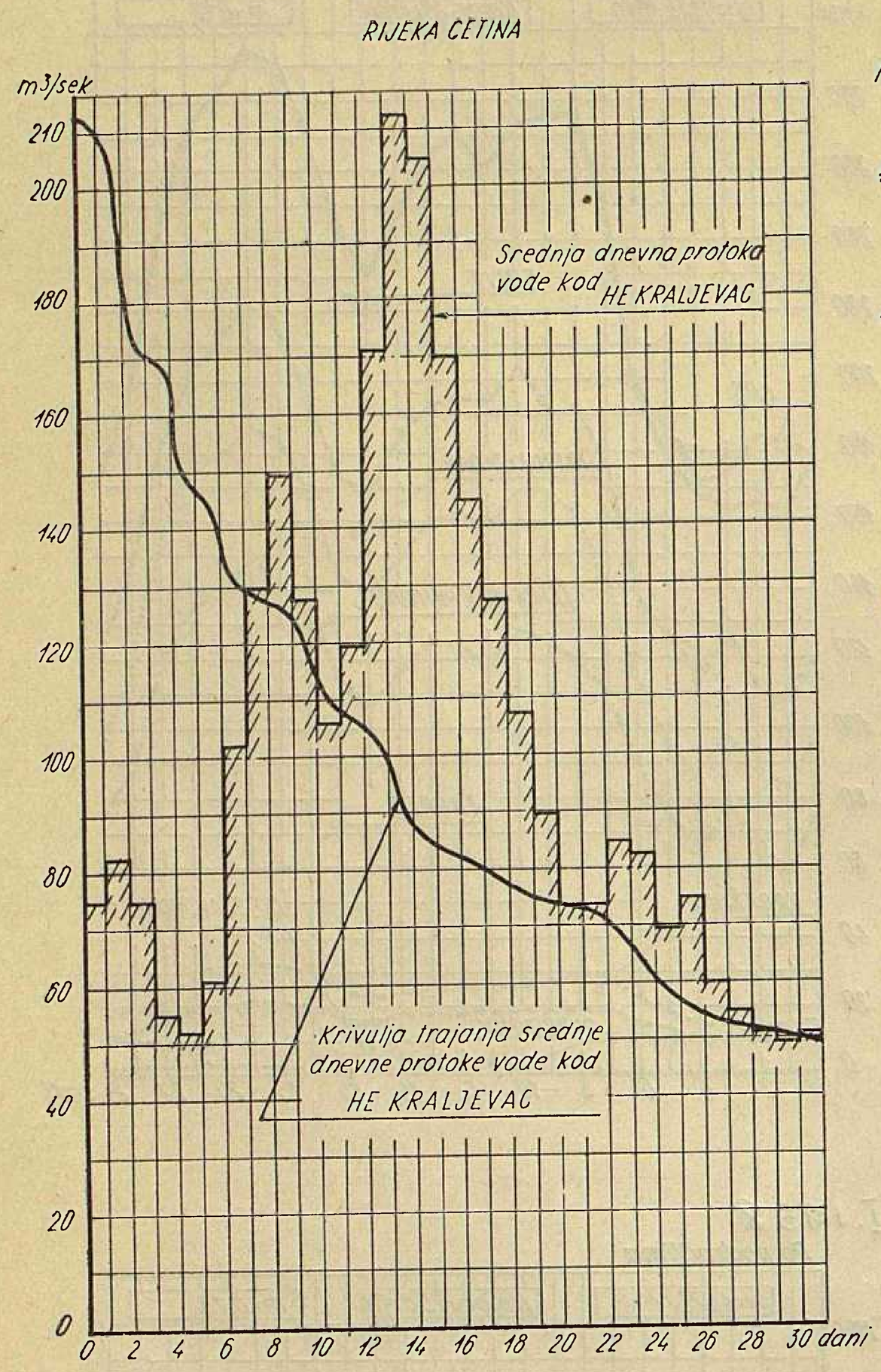


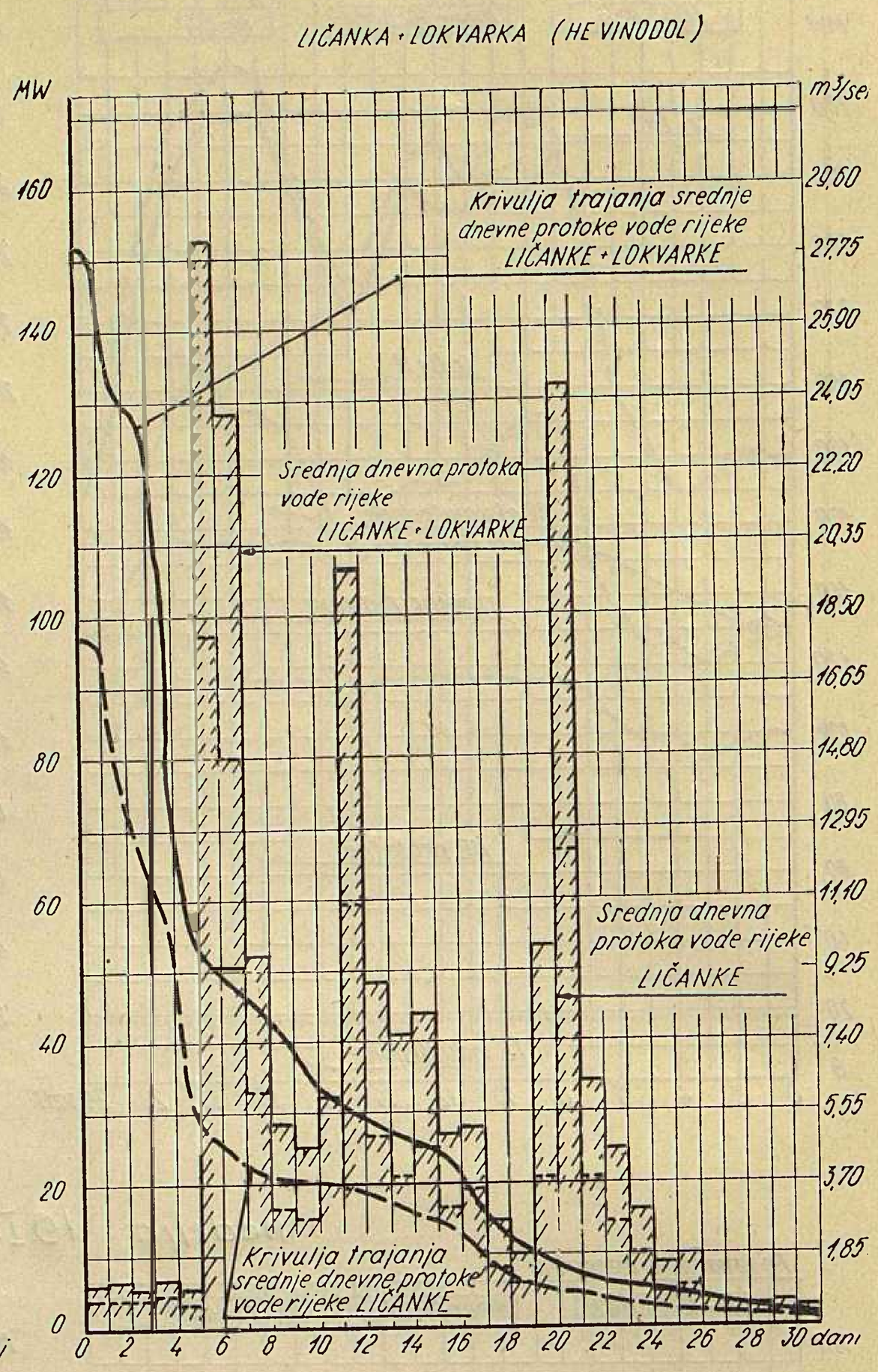
nedelja 19. I. 1958

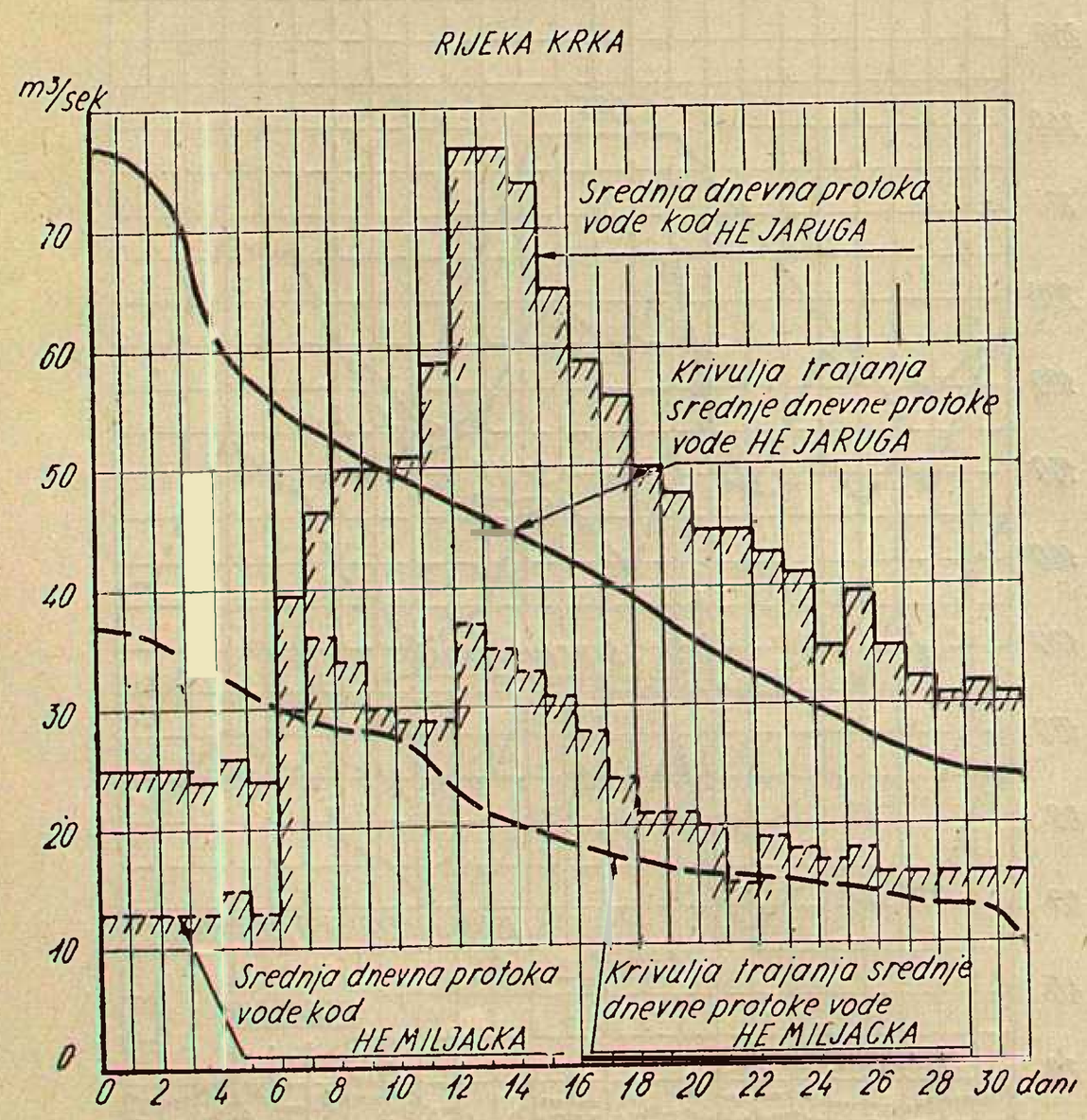


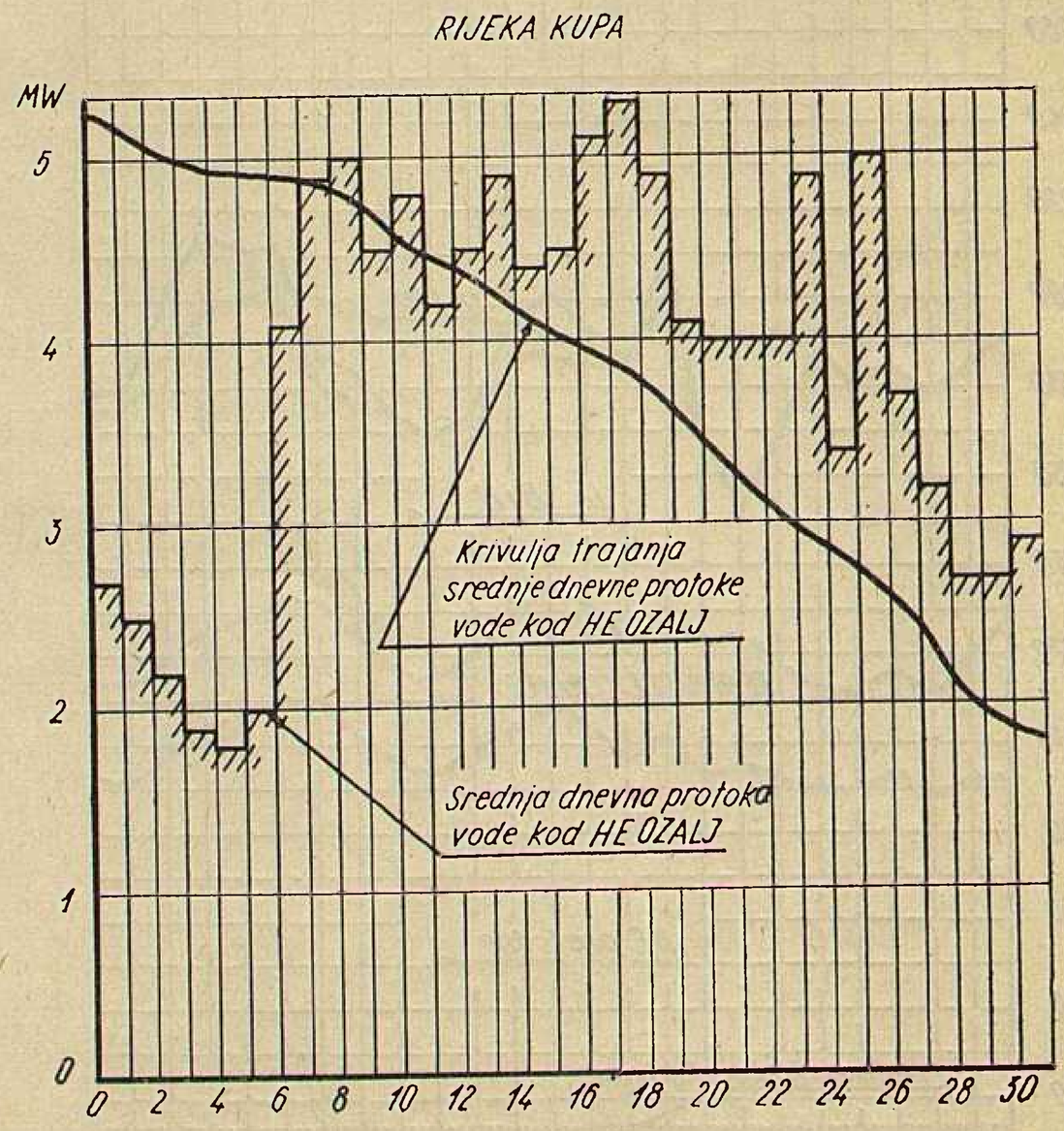


Dijagram protoka vode za mjesec prosinac 1957.









STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ ZA MJESEC SIJEČANJ 1958.

Proizvodnja i nabava električne energije NR Hrvatske

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh						Razmjena-saldo			Ukupno 5 + 6 + 7 + 8 + 9
		Udružene elektroprivrede		Većih ind. elektrana		Ukupno		Slove-nija	Bosna i Hercegov.	Ma-đarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I.	1957	61804	15752	1322	12720	63126	28472	38348	8994	—	138940
II.	1957	66014	8225	1678	10559	67692	18784	22200	13658	—	122334
III.	1957	57981	15010	1358	11403	59339	26413	25093	20724	—	131569
IV.	1957	63618	9678	1902	10868	65520	20546	32754	10874	—	129694
V.	1957	60165	14305	1623	11231	61788	25536	37726	7201	—	132251
VI.	1957	50612	16278	1240	11656	51852	27934	34056	9559	—	123401
VII.	1957	27559	12692	659	13219	28218	25911	26744	42944	—	123817
VIII.	1957	23668	19756	603	16001	24271	35757	24536	38800	—	123364
IX.	1957	27511	21139	908	18524	28419	39663	22055	30968	—	121105
X.	1957	56381	21448	1443	18433	57824	39881	24376	18151	—	140232
XI.	1957	62666	22061	1658	15361	64324	37422	22922	23715	—	148383
XII.	1957	59164	30818	1327	16402	60491	47220	20228	38150	—	166089
Ukupno :	1957	617143	207162	15721	166377	632864	373539	331038	263738	—	1601179
I -	1958	79976	26082	1886	9660	81862	35742	—1302	46891	—	163193

ENERGETSKA BILANCA ZEP HRVATSKE ZA MJESEC SIJEČANJ 1958 U MWh

IZVOR ELEKTRIČNE ENERGIJE	1958		1957		Odnos u %	
	Izvješt. mjesec	Od početka godine	Izvješt. mjesec	Od početka godine	1 : 3	2 : 4
a	1	2	3	4	5	6
Proizvodnja na generatoru: hidroelektrane	79976	79976	61804	61804	131,3	131,3
termoelektrane	26082	26082	15752	15752	165,7	165 7
Ukupno (a)	106058	106058	77556	77556	136,7	136,7
Vlastiti potrošak	3108	3108	1642	1642	189,1	189,1
Prag udruženih elektrana	103950	103950	75914	75914	135,6	135,6
Nabava: od industrijskih elektrana (b)	208	208	1442	1442	14,5	14,5
Razmjena sa susjed. zajednicama (c)	45589	45589	47342	47342	96,2	96,2
Razmjena sa inozemstvom (d)	—	—	—	—	—	—
Ukupno raspoloživo na pragu:	148748	148748	124698	124698	119,2	119,2
Gubici: prijenosa	11880	11880	3519	3519	337,8	337,8
razdiobe	11097	11098	17011	17011	64,6	64,6
Predano potrošačima	125770	125770	104168	104168	120,6	120,6
Industr. vlastita opskrba (e)	11338	11338	12600	12600	89,7	89,7
Ukupna proizvodnja (F = a + b + e)	117604	117604	91598	91598	128,3	128,3
Proizvodnja, nabava i razmjena (G = f + c + d)	163193	163193	138940	138940	117,5	117,5
Nenamirene potrebe:						
zbog pomanjkanja energije	30,6	30,6	1614,4	1614,4	1,9	1,9
zbog pogonskih smetnji	292,8	292,8	116,5	116,5	251,6	251,6
Ukupni manjak električne energije	323,4	323,4	1730,9	1730,9	18,7	18,7
Ukupna potreba električne energije	163516,4	163516,4	140670,9	140670,9	116,3	116,3
Zadovoljenje u %	99,7	99,7	98,7	98,7	101,0	101,0

POGONSKI POKAZATELJI ELEKTRANA ZA SIJEČANJ 1958.

Vrst elektrana		NAZIV ELEKTRANE	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh		Vlastiti potrošak		Moguća proizvodnja MWh	Faktor iskorištenja %	Maksimalno opterećenje MW	Utrošak topline kcal/kWh
				u izvj. mjesecu	od početka godine	MWh	% od proizvodnje				
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UDRUŽENE	HE	Vinodol	75,2	17 160	17 160	112	0,66	17 160	100,0	74,0	—
		Ozalj	5,0	2 721	2 721	135	4,97	2 882	94,4	5,3	—
		Zeleni Vir	0,8	604	904	3	0,50	604	100,0	0,8	—
		Fužine	4,0	184	184	38	20,79	184	100,0	4,0	—
		Kraljevac	58,0	41 428	41 428	150	0,36	4 270	96,9	66,8	—
		Miljacka	20,0	12 926	12 926	65	0,50	13 090	98,9	21,0	—
		Jaruga	5,4	3 781	3 781	6	0,16	3 950	95,6	5,4	—
		Zavrelje	1,5	1 149	1 149	10	0,82	...	...	...	—
		Miholjevci	0,08	4	4	—	—	...	...	...	—
		Kuzmica	0,2	19	19	—	—	...	...	...	—
		Svega	××××	79 976	79 976	519	6,50	×××××	×××××	××××	×××××
	TE	Zagreb	17,0	6 233	6 233	779	12,50	12 648	49,4	14,8	6 590
		Jertovec	26,5	14 398	14 398	1 258	8,70	19 730	72,9	26,9	4 505
		Vlaška	7,0	4 267	4 267	415	9,75	5 208	81,9	8,5	4 657
		Rijeka	5,0	441	441	31	7,04	3 720	11,8	4,9	6 118
		Dubrovnik	1,0	—	—	—	—	744	—	—	—
		Zadar	0,5	—	—	—	—	372	—	—	—
		Osijek	3,2	578	578	12,62	12,62	2 381	24,3	3,4	6 743
		Đakovo	0,35	163	163	20,20	20,20	260	62,7	0,5	10 730
		Vinkovci	0,2	2	2	—	—	149	1,3	...	...
		Kuzmica	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—
		Svega	××××	26 082	26 082	2 589	9,95	×××××	×××××	××××	×××××
	Ukupno		××××	106 058	106 058	3 108	2,93	×××××	×××××	××××	×××××
INDUSTRIJSKE	HE	Pam. ind. Duga Resa	1,7	654	654	*	*	...	...	—	—
		Tv. papira, Rijeka	0,4	353	353	*	*	...	...	—	—
		Tv. cementa, Majdan	1,0	566	566	...	...	...	...	...	...
		Roški Slap, Siverić	0,8	313	313	...	...	...	...	...	...
		Svega	××××	1 886	1 886	...	...	×××××	×××××	××××	×××××
	TE	Željezara, Sisak	5,5	3 581	3 581	586	16,35	4 092	87,5	3,5	...
		Pam. ind. Duga Resa	2,6	1 014	1 014	123	12,18	1 934	52,5	3,2	4 350
		Pamuč. ind. Zagreb	0,5	—	—	—	—	372	—	—	—
		Tv. papira, Zagreb	2,1	779	779	...	...	1 562	49,9	...	...
		Tv. papira, Rijeka	2,0	564	564	45	7,97	1 488	38,0	1,5	4 773
		Tv. cem., Koromačno	1,2	—	—	—	—	893	—	—	—
		Jugovinil, Split	17,5	121	121	...	...	12 871	0,9	...	...
		Tv. cem., Sučurac	3,7	—	—	—	—	2 753	—	—	—
		Tv. cem., Majdan	1,6	919	919	...	...	1 190	77,2	...	...
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	1 258	1 258	246	19,56	4 464	28,2	4,4	5 733
		Tv. vagona, Sl. Brod	3,0	844	844	106	12,57	2 232	37,8	2,4	7 900
		Sladorana, Županja	7,0	542	542	100	18,42	5 208	10,4	4,0	7 000
		Šećerana, Osijek	2,0	38	38	—	—	1 188	2,6	8,0	2 000
		Svega	××××	9 660	9 660	...	...	×××××	×××××	××××	×××××
	Ukupno		××××	11 546	11 546	...	...	×××××	×××××	××××	×××××
Sveukupno			××××	117 604	117 604	...	...	×××××	×××××	××××	×××××

* Vlastiti potrošak za industrijske elektrane, koje rade hidro i termo, iskazan je ukupno pod termo.

VODNA BILANCA HE VINODOL ZA MJESEC SIJEČANJ 1958.

Akumulacija 31. XII. 1957.		24.229,8 MWh	Raspoloživa količina vode	49.714,8 MWh
dotok Lokvarka	10.617,7 MWh		Proizvodnja	17.160,0 MWh
dotok Ličanka	14.867,3 MWh		Preljev preko brane	—
Ukupno		25.485,0 MWh	Akumulacija 31. I. 1958.	32.554,8 MWh

PROIZVODNJA UGLJENA ZA MJESEC SIJEČANJ 1958

Vrste ugljena — ugljenokopi		Proizvodnja u tonama					
		izvještajni mjesec			od početka godine		
		1958	1957	odnos % 1 : 2	1958	1957	odnos % 4 : 5
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Raša		68810	70220	98,0	68810	70220	98,0
MRKI	Rudnik mrkog uglja, »Dubravice«	682	1346	50,7	682	1346	50,7
	Golubovečki ugljenokopi, Golubovec	6800	6662	102,0	6800	6662	102,0
	Rudnik mrkog uglja, Ivanopolje	2066	1688	122,3	2066	1688	122,3
	Krapinski ugljenokopi, Krapina	1390	1805	77,1	1390	1805	77,1
	Međimur. ugljenokopi, Mursko Središće	16831	16033	105,0	16831	16033	105,0
	Rudnik mrkog uglja, Predgrada	4827	3266	147,5	4827	3266	147,5
	Dalmatinski ugljenokopi, Siverić	24839	12593	117,8	14839	12593	117,8
	Konjščinski guljenokopi, Zajezda	2270	2863	78,8	2270	2863	78,8
	Rudnik »Češko selo«, (Dodoše)	372	53	703,0	372	53	703,0
	Rudnik mrkog uglja, Ratkovica	1890	—	—	1890	—	—
	Svega mrki	51967	46327	112,0	51967	46327	112,0
LIGNIT	Ivanečki ugljenokopi, Ivanec	14916	12246	121,8	14916	12246	121,8
	Konjščinski ugljenokopi, Konjščina	23073	22642	101,8	23073	22642	101,8
	Koprivnički ugljenokopi, Koprivnica	15032	10921	137,5	15032	10921	137,5
	Rudnik lignita, Ladanje Donje	14595	14743	99,0	14595	14743	99,0
	Bjelovarski ugljenokopi, Mišulinovac	3964	4566	86,6	3964	4566	86,6
	Novogradiški ugljenokopi, N. Gradiška	956	1034	57,5	596	1034	57,5
	Rudnik lignita »Bilo«, Pitomača	3453	3000	114,5	3453	3000	114,5
	Rudnik lignita, Sinj	678	1518	44,2	678	1518	44,2
	Rudnik lignita, Špičkovina	2700	2376	113,6	2700	2376	113,6
	Stubički ugljenokopi, Tugonica	13644	15297	89,2	13644	15297	89,2
	Križevački ugljenokopi, Voj. Kloštar	4906	3822	128,3	4906	3822	128,3
	Kordunski rudnici, Topusko	1406	1794	78,3	1406	1794	78,3
	Ostali	—	584	—	—	584	—
	Svega lignit	98963	94543	104,7	98963	94543	104,7
Ukupno sve vrste ugljena		219740	211090	104,1	219740	211090	104,1

INDEKS PROIZVODNJE UGLJENA I KOKSA U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						Koksare	Plinare
		Ukupno	kameni	mrki	lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora		
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proizvodnja u 000 t	I. 1958	1498	109	715	674	352	218	309	604	1,4	14,1	88	2,3
Indeks na bazi	I. 1957	94	99	95	92	85	102	84	103	108	150	100	109

INDEKS PROIZVODNJE I PRERADE NAFTE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzini	»White« špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	000m³	t	t	t	t	t	t	t
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja	I. 1958	37048	3902	91933	19360	295	6016	21307	3660	167
Indeks na bazi	I. 1957	121	102	113	136	43	83	115	151	104

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 3/1958).

STRUKTURA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO VRSTAMA POTROŠAČA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE ZA SIJEČANJ 1958.

Potrošačka grupa		Godina						Odnos u %	
		1958			1957				
		Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	1 : 4	3 : 6
a		1	2	3	4	5	6	7	8
Široka potrošnja	Kućanstva	31 171	21,0	31 171	22 038	17,8	22 038	141,5	141,5
	Rasvjeta u posl. prost.	4 833	3,2	4 833	5 123	4,1	5 123	117,9	117,9
	Ras. u društv. prost.	1 213	0,8	1 213					
	Motori i aparati	4 032	2,7	4 032	2 849	2,3	2 849	141,9	141,9
	Poljoprivredni motori	536	0,4	536	470	0,4	470	114,0	114,0
	Javna rasvjeta	2 021	1,3	2 021	1 731	1,4	1 731	116,7	116,7
	Vodovod	3 248	2,2	3 248	3 275	2,6	3 275	99,2	99,2
	Električna vuča:								
	a) tramvaj i trolejbus	1 335	0,9	1 335	1 177	0,9	1 177	113,5	113,5
	b) željeznica	951	0,6	951	925	0,6	925	102,9	102,9
	Preprodavci	1 900	1,3	1 900	1 735	1,4	1 735	109,4	109,4
	Ukupno	51 240	34,4	51 240	39 323	31,6	39 323	130,2	130,2
Velepotrošači	Ugljenokopi	6 228	4,1	6 228	6 218	5,0	6 218	100,1	100,1
	Tvornice cementa	5 643	3,8	5 643	4 797	3,8	4,797	117,8	117,8
	Ostala industrija	23 612	14,9	23 612	18 532	14,9	18,532	127,4	127,4
	Ukupno	35 483	23,8	35 483	29 547	23,7	29 547	120,1	120,1
Specijalni velepotrošači	Elektro-kemija	27 439	18,5	27 439	26 593	21,3	26 593	103,1	103,1
	Elektro-metalurgija	11 602	7,7	11 602	3 705	7,0	8 705	133,3	133,3
	Melioracije	6	0,0	6	*	*	*	—	—
	Ukupno	39 047	26,2	39 047	35 298	28,3	35 298	110,8	110,8
Predano potrošačima		125 770	84,4	125 770	104 168	83,6	104 168	120,5	120,4
Gubici	prijenosa	11 880	8,1	11 880	3 519	2,8	3 519	336,0	336,0
	razdiobe	11 097	7,5	11 097	17 011	13,6	17,011	65,2	65,2
Ukupno raspoloživa električna energija		148 747	100,0	148 747	124 698	100,0	124,698	119,2	119,2

NAPOMENA: Potrošnja grupe »Melioracije« u 1957. god. bila je iskazivana pod grupom »Poljoprivredni motori«.

INDEKS PROIZVODNJE ELEKTROENERGIJE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	FNRJ			Po narodnim republikama					
		Ukupno	hidro	termo	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja u MWh × 10^6	I. 1958	629	359	270	152	123	180	141	26,8	5,0
Indeks na bazi	I. 1957	132	163	119	129	132	106	179	218	132

INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U FNRJ

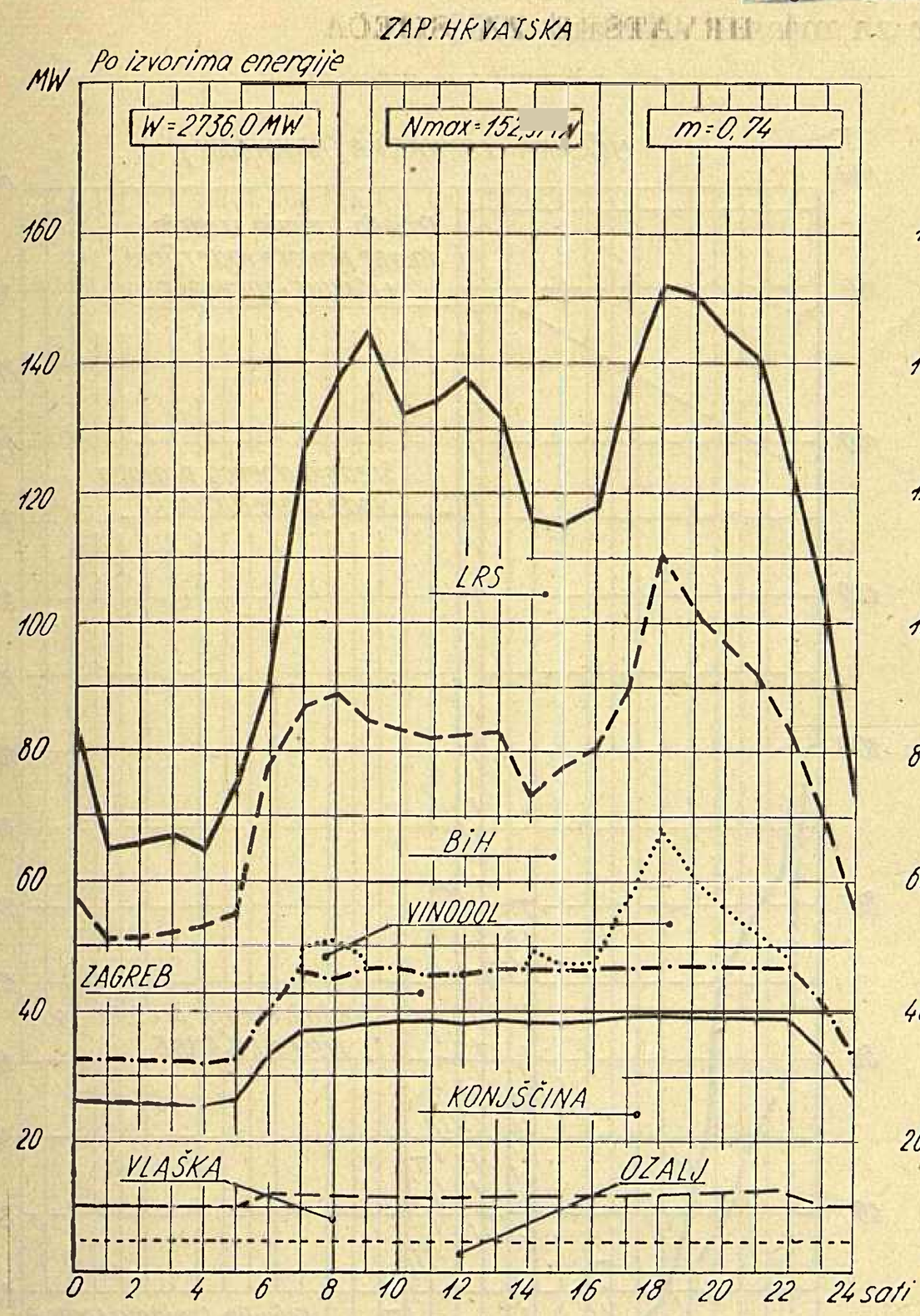
Izvještajno razdoblje	FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	sredstva rada	materijal za reprodukciju	Potrošna roba
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I. 1958	98	98	95	97	103	101	97	90	100	98
I. 1957	83	79	83	88	86	74	71	74	86	81

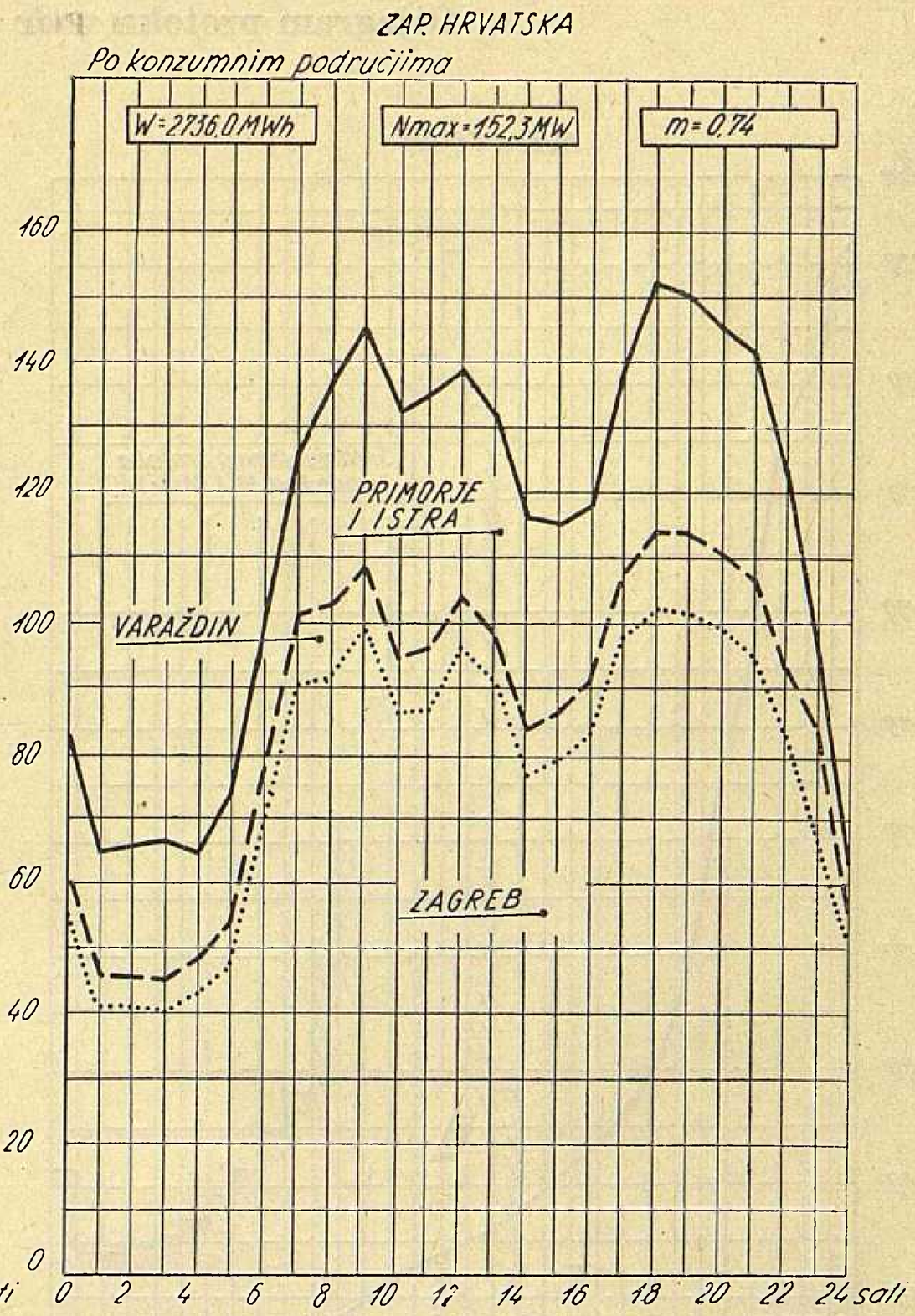
Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 3/58).

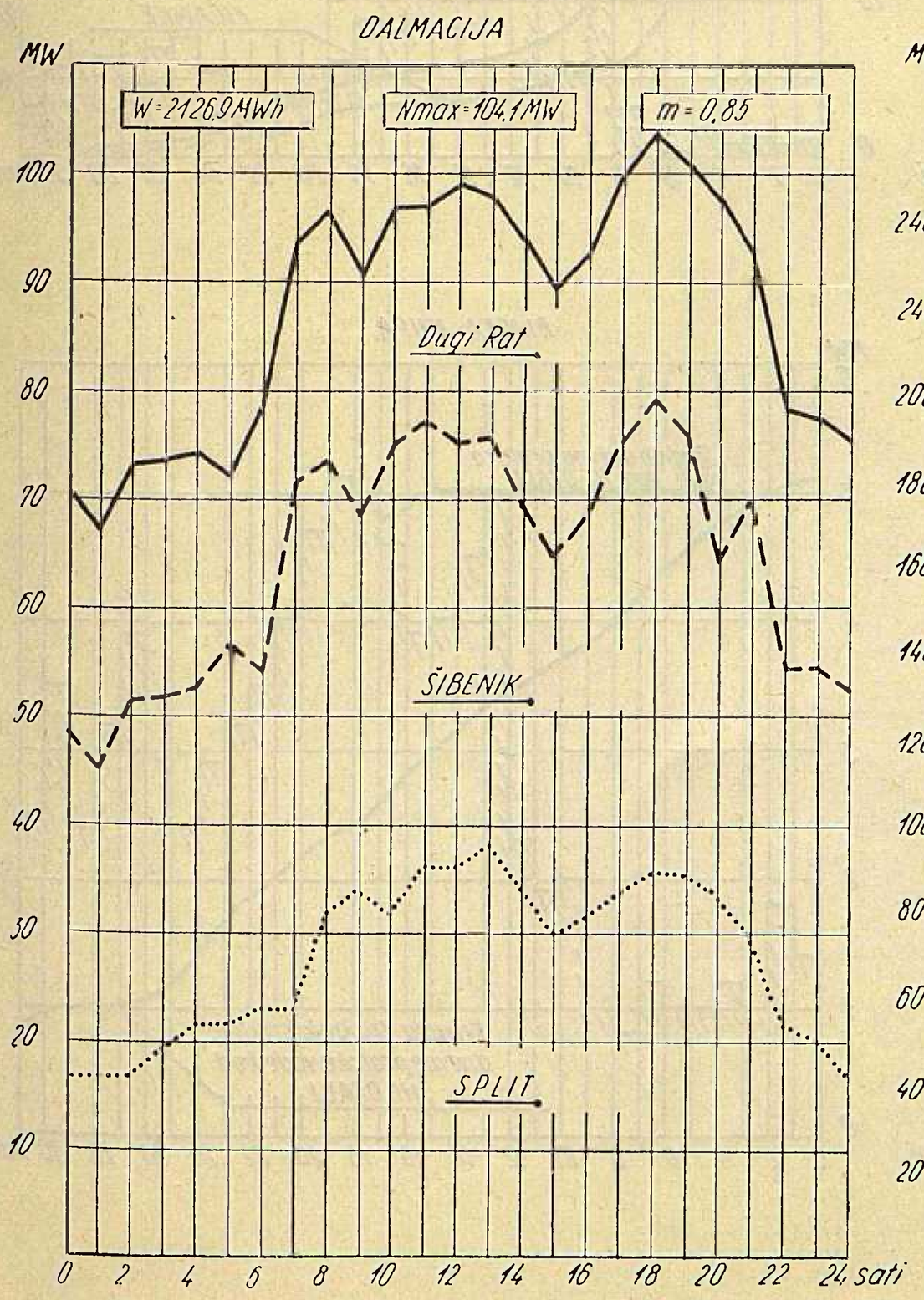
dan 18. XII 1957

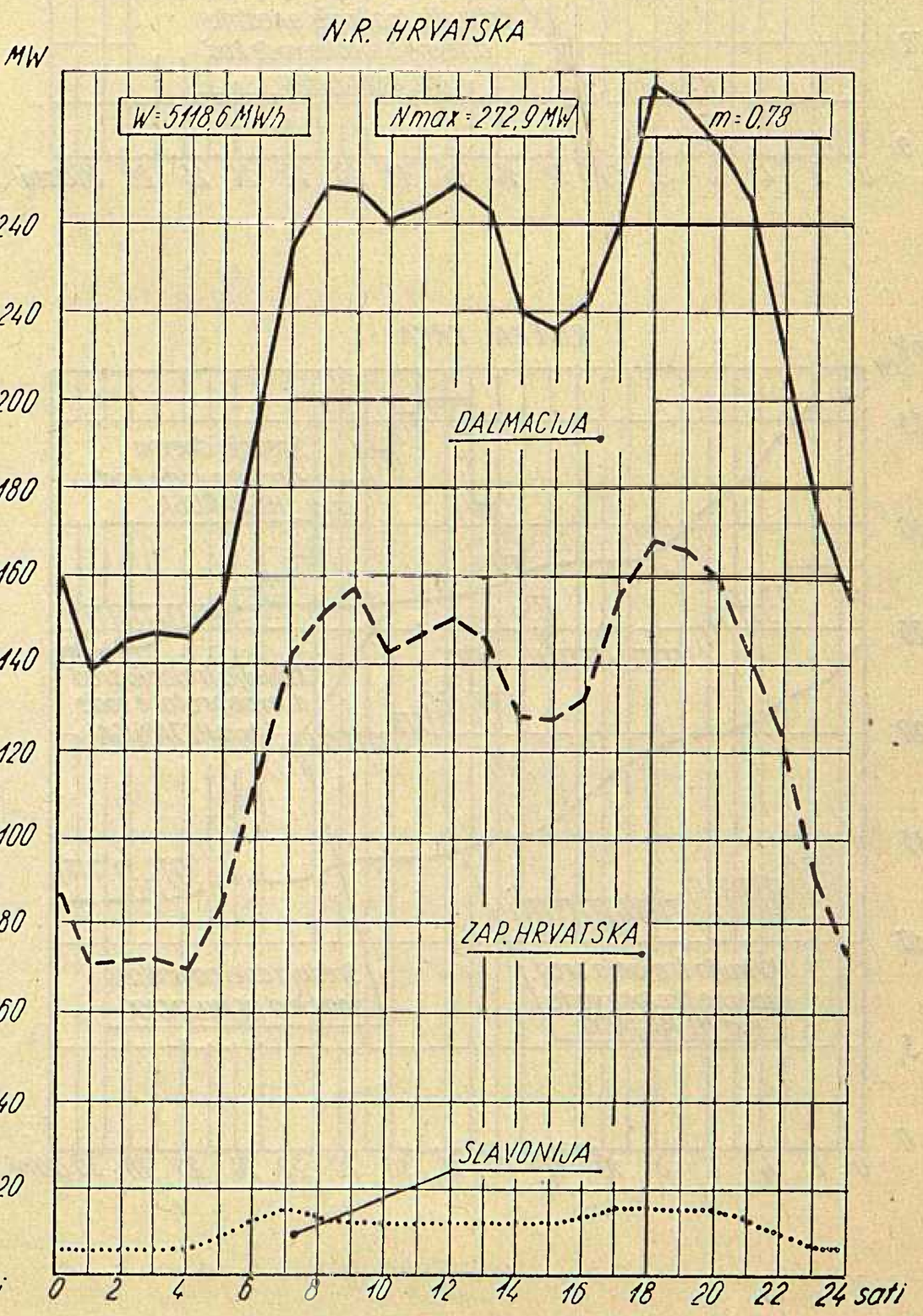
Tokovi dnevnog opterećenja za ~~mjesec siječanj 1958~~.

~~Srijeda 15. 1. 1958.~~



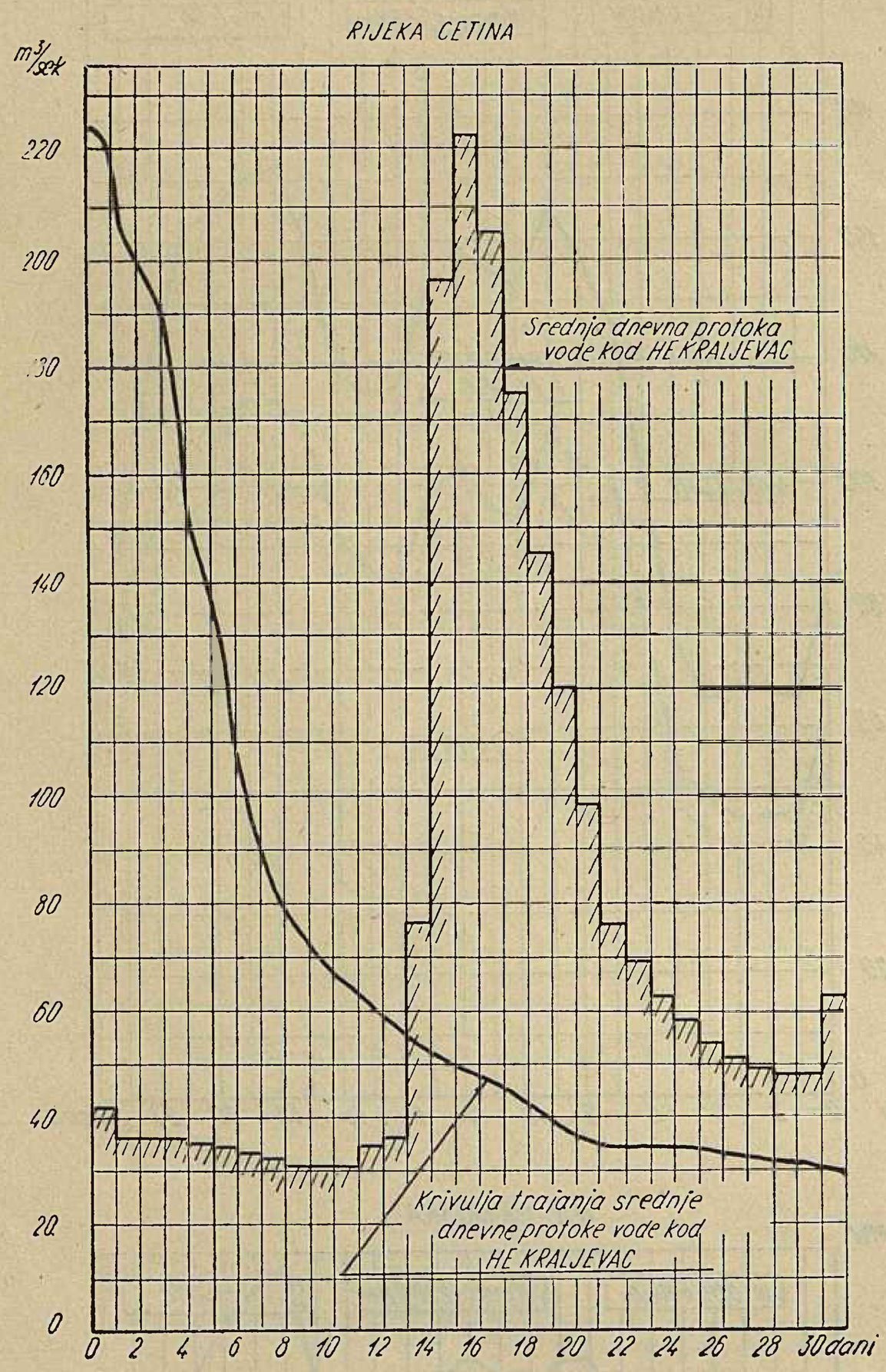


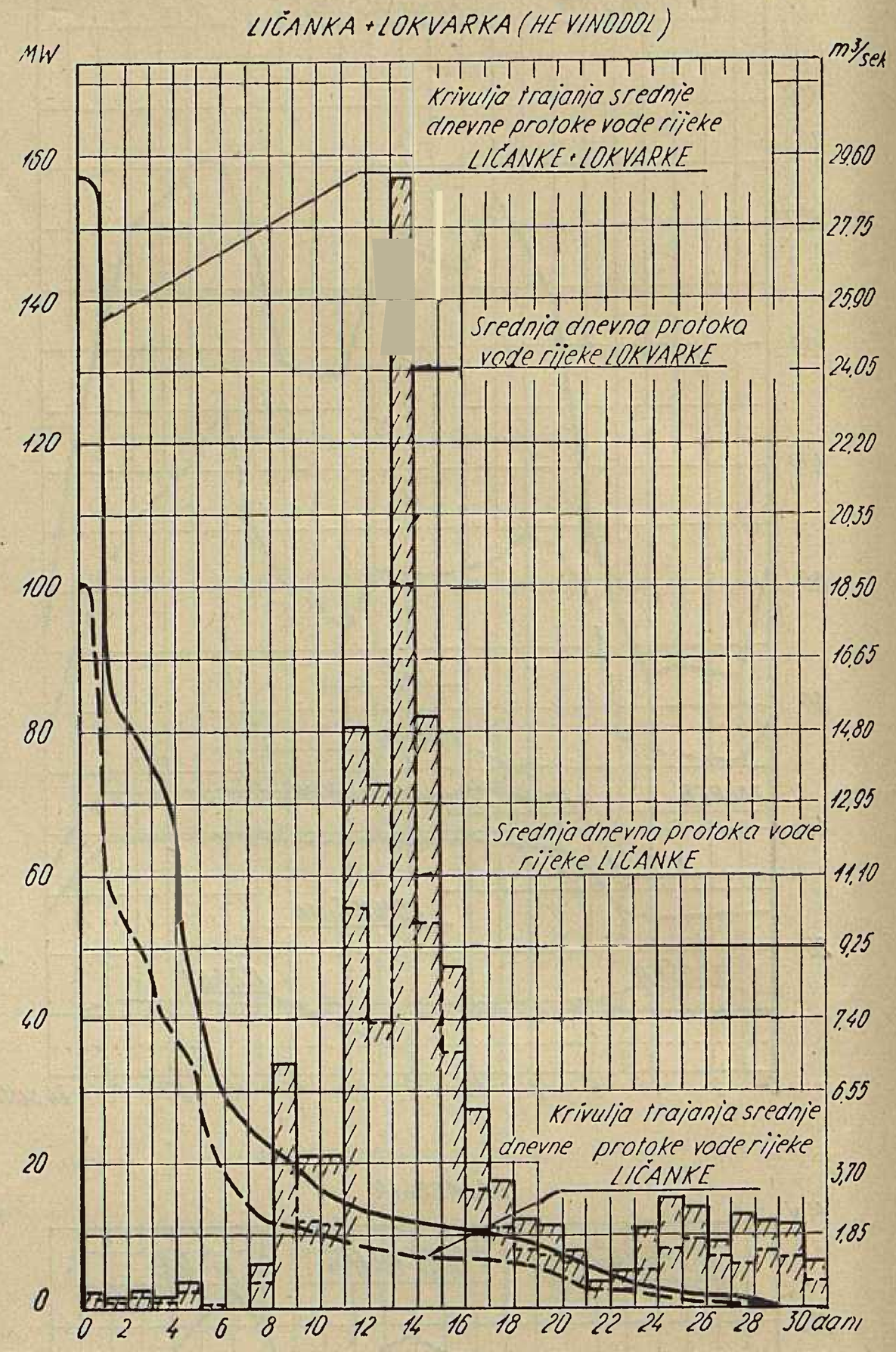


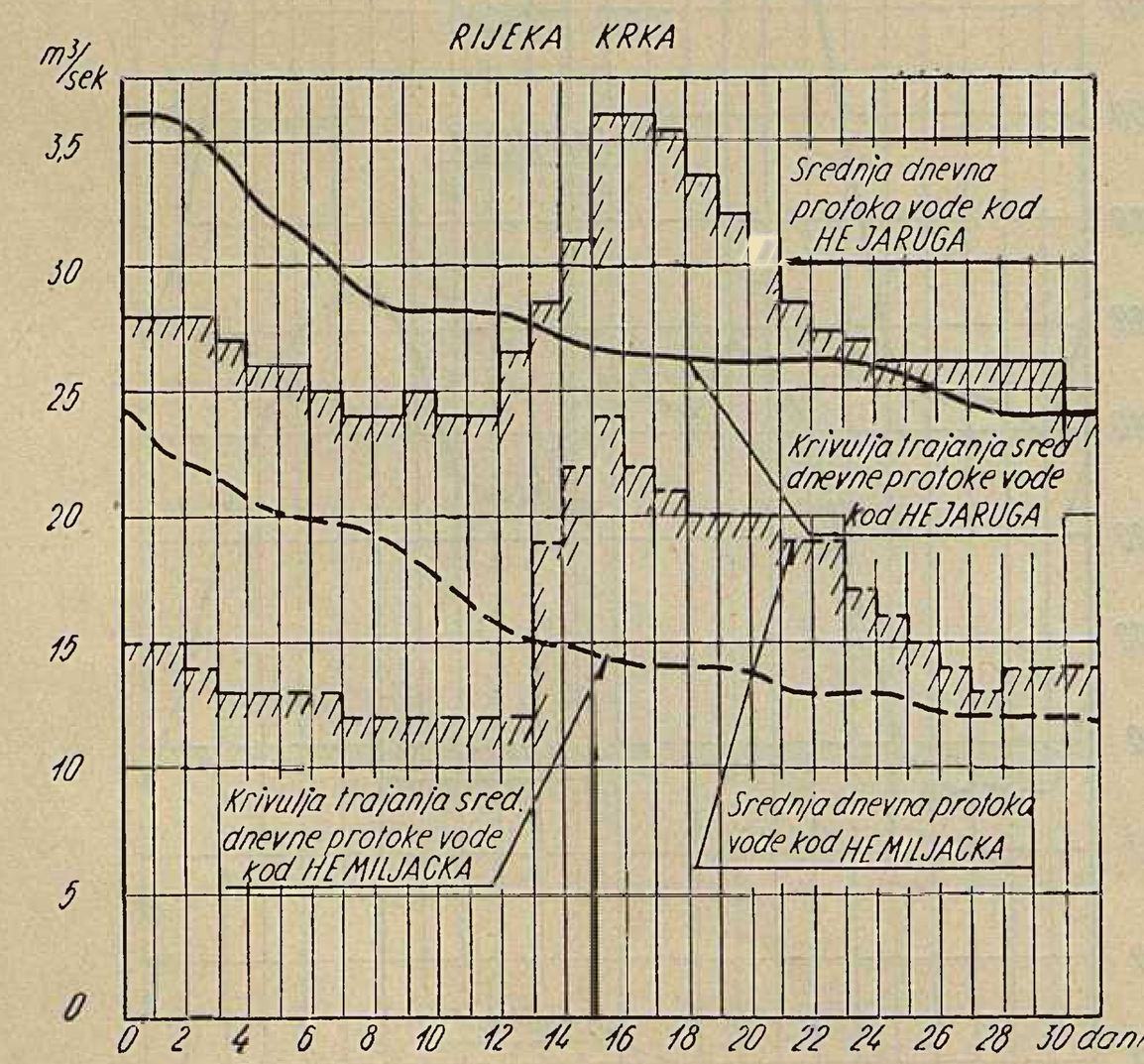


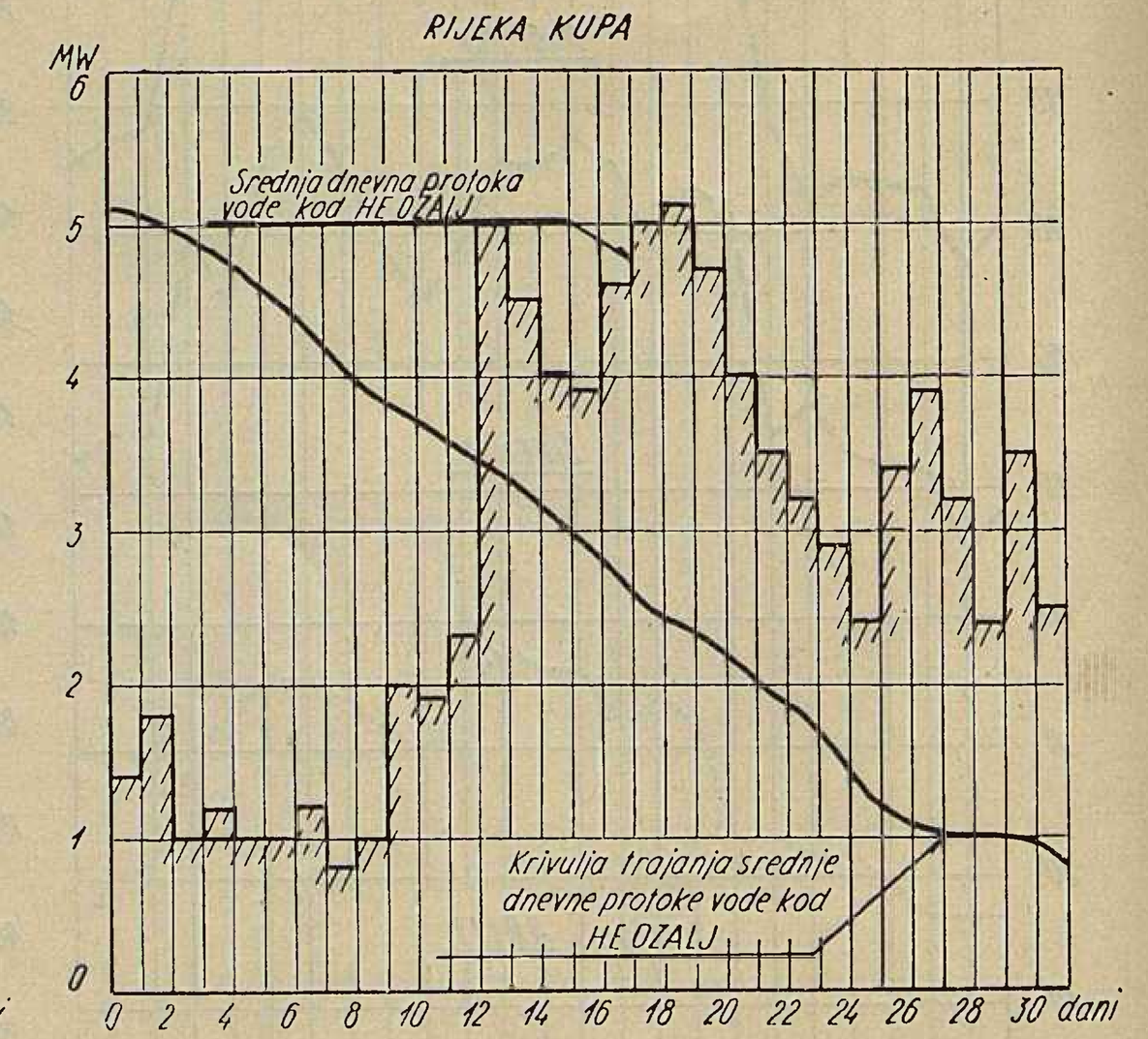
~~Nedjelja 19. 1. 1958~~

Dijagram protoka vode za mjesec siječanj 1958









ENERGIJA

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

GODINA 1958 BROJ 5-6

SADRŽAJ

STUDIJE I ISTRAŽIVANJA

Ekonomična primjena naših distributivnih transformatora, Ing. Miroslav Balling, Institut za elektroprivredu, Zagreb 133

Prilog izboru najpovoljnijeg tipa stupa i vodiča za naše vodove 220 kV, Ing. Boris Markovčić, Institut za elektroprivredu, i Ing. Ranko Škarica, Dalekovod, Zagreb 140

Parni kotlovi u NR Hrvatskoj, Ing. Jakob Lucati, Institut za elektroprivredu, Zagreb 143

Energetska ekonomičnost opskrbe potrošača električnom energijom u Jugoslaviji, Ing. Božidar Filipović, Institut za elektroprivredu, Zagreb 148

TEHNIČKA I POGONSKA PROBLEMATIKA

Pokusni paralelni pogon 110 kV mreže Jugoslavije 20.—22. XII. 1957, Prof. Dr. Ing. Božidar Stefanini, Elektrotehnički fakultet, Zagreb 156

IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKIH POSTROJENJA

Dalekovod Zagreb—Jajce, Ing. Ranko Škarica i Ing. Karlo Fišer, Dalekovod, Zagreb 159

EKONOMSKO-FINANCIJSKA PROBLEMATIKA

Organizacija poduzeća »Elektroslavonija« i razvoj elektrifikacije u Slavoniji, Stjepan Kragujević, Elektroslavonija, Osijek 166

OPĆA PROBLEMATIKA

Jedinstveni sistem za analitičku procjenu radnih mjesta u elektroprivredi, Ante Alajbeg, Elektrodalmacija, Split 172

RAZNO

Unapređenje toplinskog gospodarstva u FNRJ, Ing. Jakob Lucati 176

Dodirni naponi na željeznim stupovima distributivnih mreža, Ing. Branko Škarica 178

Jedinstvene osnove za obavezno uvođenje normativa u elektroprivredi, D. F. 179

VIJESTI IZ PODUZEĆA, ZAJEDNICE I INSTITUTA

Snabdijevanje grada Splita električnom energijom . . . 180

Elektroprimorje, Rijeka 181

Važniji pogonski događaji u prosincu 1957, siječnju i veljači 1958 181

Elektroprojekt — Zagreb proširuje svoju djelatnost . . . 182

IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

Izvedba uzemljenja kod velikih postrojenja, Dr. Ing. B. Stefanini 183

Pregled nezgoda od udara električne struje u Britaniji, D. Feöcze 184

PREGLED NOVIH KNJIGA

STATISTIKA

Statistika za mjesec veljaču i ožujak 1958. 185

Godište 7

Uredništvo i uprava

Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37

Poštanski pretinac 451

Telefoni 39-546, 36-051

Urednički odbor

Glavni i odgovorni urednik: **Ing. Božidar Filipović.** Urednici rubrika: **Ing. Borivoj Baranović** (Studije i istraživanja), **Ing. Alojzije Ščap** (Tehnička i pogonska problematika), **Ing. Radoslav Planić** (Izgradnja elektroenergetskih postrojenja), **Anđelko Marušić** i **Danijel Feöcze** (Ekonomsko-financijska problematika), **Ing. Ivan Lučev** (Tarifna pitanja), **Ivan Medvedec** (Opća problematika), **Držislav Šutej** (Vijesti iz poduzeća), **Prof. Ing. Vladimir Žepić** (Iz strane literature), **Krešimir Lang** (Statistika), **Ing. Marijan Brezinšćak** (Tehnički urednik).

Komercijalno i financijsko rukovodstvo: **Ernest Radetić**

Godišnja pretplata

za tuzemstvo: za pojedince Din 720.-, za poduzeća i ustanove Din 2500.-, za inozemstvo: $ 6.-

Pojedini broj: Din 120.-, dvobroj Din 200.-

Tekući račun

Komunalna banka - Zagreb, br. 400-702-2-338

Tisak: Grafički zavod Hrvatske, Zagreb

SLIJEDEĆI BROJ *ENERGIJE* DONOSI:

Ing. Krunoslav Begović
Hidroelektrana Senj

Dušan Kirinčić
Pedeset godina TE Rijeka

Ing. Miroslav Jung
Tokovi snaga u 110 kV mreži Hrvatske

Prof. Dr. Ing. M. Ledinegg
Proračun pregradnih pregrijača pare

Ing. Petar Kuzele
Faktor snage zagrebačke industrije i njegova kompenzacija

Ing. Miroslav Balling
Ekonomična primjena naših distributivnih transformatora

Ing. Marijan Leskovar
Cijena električne energije u Jugoslaviji

EKONOMIČNA PRIMJENA NAŠIH DISTRIBUTIVNIH TRANSFORMATORA[1]

Ing. Miroslav Balling, Institut za elektroprivredu, Zagreb

621.314.21:621 316 1

Polazeći od jednadžbe godišnjih troškova transformatora dat je izraz za »ekonomsku veličinu transformatora«. S obzirom na standardni niz snaga transformatora data je metoda za određivanje »ekonomičnog transformatora« iz toga niza. — Promatran je zatim transformator u učvorenoj mreži, u radijalnoj mreži sa rastućim opterećenjem kao i paralelni rad transformatora. U drugom dijelu studije (u idućem broju časopisa), primijenjeni su rezultati općeg dijela na transformatore domaće produkcije tvornice »Rade Končar« uzevši u obzir karakteristike naših distributivnih mreža. U tom smislu navedeno je nekoliko primjera.

UVOD

U našim distributivnim mrežama, odnos instalirane snage transformatora prema aktuelnoj potražnji varira od 0,8 do 3 kod svakog nivoa transformacije. Podaci iz inostrane literature govore da je taj odnos ujednačeniji (USA : 1.3 — 1.5 [1]) što je rezultat ispitivanja gubitaka u distributivnim mrežama i nastojanja da se ti gubici svedu na neku ekonomsku veličinu.

Određivanje potrebne instalirane snage transformatora vrši se kod nas s obzirom na postojeće ili predviđeno vršno opterećenje. U stvari postoji čitav niz okolnosti koje ekonomski određuju instaliranu snagu transformatora u postojećoj mreži i zadatak je ove studije da te okolnosti ispita i konkretno prikaže na primjerima.

S obzirom da na transformatore otpada 10—15% uloženih sredstava u distributivne mreže, smišljeno njihovo odabiranje, pruža dobar način da se izbjegne eventualno neefikasna primjena investicija. S druge strane, gubici u našim distributivnim mrežama koji nisu mali, opravdavaju da se postojeći transformatori ispitaju s obzirom na njihovu ekonomičnost u pogonu.

A. OPĆENITO

Za neko opterećenje, zadano godišnjom krivuljom opterećenja, traži se standardna veličina transformatora, koji bi davao najniže godišnje troškove. Pri tome ne će biti određivana tehnička svojstva transformatora, nego će se uzeti u obzir da u tom pogledu već postoje tipične izvedbe u standardnim nizovima.

Godišnji troškovi transformatora

Godišnji troškovi transformatora (G_s) sastoje se iz godišnjih troškova investicije uložene u transformator (G_i), zatim iz godišnjih troškova uzdržavanja (G_u) i, konačno iz troškova gubitaka u transformatoru tokom jedne godine (G_g)

$$G_s = G_i + G_u + G_g \text{ Din/god.} \qquad (1)$$

Godišnji troškovi investicije proporcionalni su nabavnoj cijeni transformatora (C) i ukupnoj stopi godišnjih troškova investicije (R_i), koja je u našoj privredi određena postojećim zakonskim propisima.

Godišnji troškovi uzdržavanja također su vezani uz nabavnu cijenu transformatora zakonski određenom stopom (R_u). Prema tome godišnji troškovi investicije i uzdržavanja dati su izrazom:

$$K_c = C \cdot R/100 \text{ Din/god,} \qquad (2)$$

gdje je

$$R = R_i + R_u$$

Godišnji troškovi gubitaka u transformatoru sastoje se iz troškova (K_{Fe}) koji su proporcionalni gubicima u željezu (V_{Fe}) i troškova (K_{Cu}) koji su proporcionalni gubicima u bakru (V_{Cu}):

$$G_g = K_{Fe} + K_{Cu} \qquad (3)$$

Ako neki transformator imade V_{Fe} (kW) gubitaka u željezu i priključen je godišnje u trajanju od T sati, i ako su troškovi snage p (Din/kW.god) i troškovi rada q (Din/kWh), onda su godišnji troškovi gubitaka u željezu jednaki:

$$K_{Fe} = V_{Fe}(p + T \cdot q) \qquad (4)$$

Slično se mogu izraziti i godišnji troškovi gubitaka u bakru, t. j. gubici koji nastaju uslijed opterećenja transformatora. Poznato je da su gubici u bakru proporcionalni sa kvadratom maksimalnog opterećenja:

$$V_{Cumax} = V_{Cu}\left(\frac{P_{max}}{P_n}\right)^2 \text{ kW,}$$

gdje je

V_{Cumax} (kW) — gubici u bakru kod maksimalnog opterećenja transformatora

V_{Cu} (kW) — gubici u bakru kod nazivnog opterećenja transformatora

P_{max} (kVA) — maksimalno opterećenje transformatora

P_n (kVA) — nazivna snaga transformatora

Ako uvedemo izraz

$$P_{max}/P_n = u \text{ — faktor potražnje,}$$

onda troškovi godišnjih gubitaka u bakru iznašaju:

$$V_{Cu} = K_{Cu} \cdot u^2 (p \cdot g^2 + T \cdot q \cdot \vartheta) \text{ Din/god.,} \qquad (5)$$

gdje je g = faktor istodobnosti između vršnog opterećenja transformatora i vršnog opterećenja sistema, a ϑ = faktor gubitaka koji pomnožen sa godišnjim trajanjem priključenja transformatora na mrežu (T) daje trajanje maksimalnih gubitaka (ϑT).

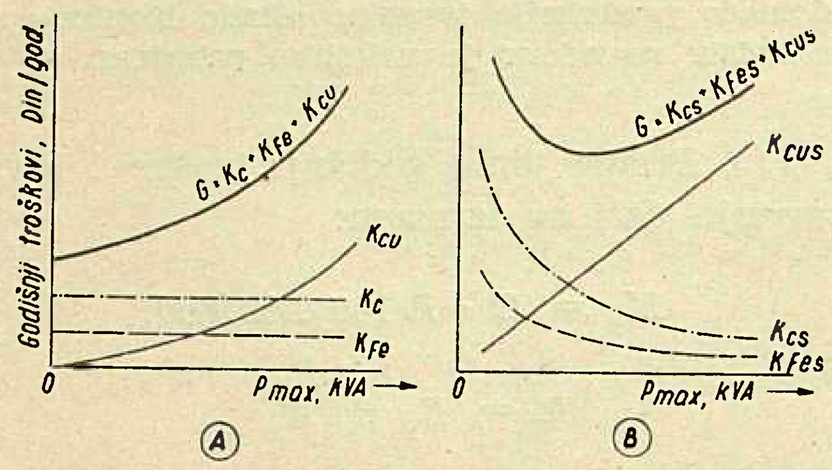
Na taj način određeni su godišnji troškovi transformatora i uvrštavanjem jednadžbi (2) i (3) (odnosno

[1] Članak je sastavljen prema elaboratu autora: Tehničko-ekonomsko odabiranje distributivnih transformatora, Institut za elektroprivredu, Zagreb 1957.

4 i 5) u osnovnu jednadžbu godišnjih troškova transformatora (1) dobijemo [2]:

$$G = K_c + K_{Fe} + K_{Cu} = C \cdot R/100 + V_{Fe}(p + T \cdot q) + + V_{Cu} \cdot u^2 (p \cdot g^2 \cdot T \cdot q \cdot \vartheta) \text{ Din/god.} \quad (6)$$

Dijagrami koji pokazuju apsolutne i specifične godišnje troškove za neki distributivni transformator koji je trajno opterećen, a u ovisnosti o opterećenju, dati su na sl. 1.



Sl. 1. Godišnji troškovi transformatora u ovisnosti o maksimalnom godišnjem opterećenju (apsolutni i specifični):
A – apsolutni godišnji troškovi (Din/god); B – specifični godišnji troškovi (Din/god. kVA)

Troškovi investicija i uzdržavanja kao i troškovi gubitaka u željezu, neovisni su od opterećenja (sl. 1a), t. j. isti troškovi po kVA opterećenja i godišnje, moraju hiperbolički padati sa rastućim opterećenjem (sl. 1b), dok troškovi gubitaka u bakru, koji u apsolutnim vrijednostima rastu sa kvadratom opterećenja (sl. 1a), kao specifični troškovi predstavljaju pravac kroz ishodište (sl. 1b).

Uvjet za najmanje godišnje troškove transformacije

Faktori R, p, q, g, T i ϑ iz jednadžbe godišnjih troškova transformatora, praktički su konstantni za neko mjesto transformatora u mreži, t. j. nezavisni su od veličine transformatora.
Faktori C, V_{Fe} i V_{Cu} i u, ovisni su o veličini transformatora.
Za neku seriju transformatora raznih veličina, geometrijski sličnih i istog naponskog odnosa, dadu se postaviti proporcije cijene i gubitaka transformatora s jedne strane i veličine transformatora s druge strane:

Cijena transformatora:

$$C = a + b \cdot P_n^{3/4}$$

Gubici u željezu:

$$V_{Fe} = d + e \cdot P_n^{3/4}$$

Gubici u bakru:

$$V_{Cu} = f \cdot P_n^{3/4}$$

Ako uvedemo ove veličine kao i izraz $P_n = P_{max}/u$ u jednadžbu godišnjih troškova (6), dobijemo jednadžbu godišnjih troškova čija se vrijednost mijenja uvrštavanjem raznih vrijednosti za u, pa prema tome možemo odrediti i minimum za koji je uslov:

$$\frac{dG}{du} = 0$$

Iz ovoga slijedi uslov za najmanje godišnje troškove [3]:

$$u_{ek} = \sqrt{\frac{3}{5} \cdot \frac{0{,}01\, b \cdot R + e(p + T \cdot q)}{f(p \cdot g^2 + T \cdot q \cdot \vartheta}} \quad (7)$$

Pošto $u = P_{max}/P_n$, dobijemo »ekonomsku veličinu transformatora«, t. j. transformator koji bi vršio transformaciju zadanog opterećenja uz najmanje godišnje troškove:

$$P_{nek} = 1{,}29 \cdot P_{max} \cdot \sqrt{\frac{f(p \cdot g^2 + T \cdot q \cdot \vartheta}{0{,}01\, b \cdot R + e(p + T \cdot q)}} \text{ (kVA)} \quad (8)$$

Ako je zadan transformator, iz istog izraza možemo dobiti »ekonomsko opterećenje transformatora«:

$$P_{maxek} = 0{,}775 \cdot P_n \cdot \sqrt{\frac{0{,}01\, b \cdot R + e(p + T \cdot q)}{f(p \cdot g^2 + T \cdot q \cdot \vartheta)}} \text{ (kVA)} \quad (9)$$

Jednadžbu godišnjih troškova možemo pisati i u ovom obliku:

$$G = K_1 + K_2 \cdot P_n^{0{,}75} + K_3 \cdot P_n^{-1{,}25} \cdot P_{max}^2 \quad (10)$$

gdje je:

$$K_1 = a \cdot R/100 + d\,(p + T \cdot q) \quad (10a)$$

$$K_2 = b \cdot R/100 + e\,(p + T \cdot q) \quad (10b)$$

$$K_3 = (p \cdot g^2 + T \cdot q \cdot \vartheta) \cdot f \quad (10c)$$

Tako možemo pisati:
Uslov za najmanje godišnje troškove

$$u_{ek} = 0{,}775 \cdot \sqrt{K_2/K_3} \quad (11)$$

Ekonomska veličina transformatora

$$P_{nek} = 1{,}29 \cdot P_{max} \sqrt{K_3/K_2} \quad (12)$$

Ekonomsko opterećenje transformatora

$$P_{maxek} = 0{,}775 \cdot P_n \sqrt{K_2/K_3} \quad (13)$$

Iz jednadžbe (8) koja određuje »ekonomsku veličinu transformatora«, vidljivo je da je ista proporcionalna samo zadanom opterećenju, ako za primjenu dolaze u obzir transformatori istog tipa (f, b i e su konstantni) i ako se transformacija vrši u sistemu sa jednakim karakteristikama (p, q, T, ϑ i R su konstantni). Ova proporcionalnost izražena je jednadžbom pravca, t. j.

$$P_{nek} = P_{max}/u_{ek}. \quad (14)$$

Vrijedi i obratno:

$$P_{max} = u_{ek} \cdot P_n, \quad (15)$$

t. j. jednadžbom pravca određena su i »ekonomska opterećenja« za pojedine veličine transformatora.

Ovisnost ekonomske veličine i ekonomskog opterećenja transformatora o konstantama mreže i transformatora

Uglavnom ta ovisnost vidljiva je iz izraza (8) i (9), odnosno iz izraza (12) i (13).
Faktor K_2 predstavlja stalne troškove, t. j. troškove na koje utječu veličina cijene transformatora i veličina gubitaka u željezu i svih faktora koji su s time u vezi. Drugim riječima to znači: čim je veća nabavna cijena transformatora, ili, čim je veća ukupna godišnja stopa koja tereti investiciju tim je manja ekonomska veličina transformatora za neko zadano opterećenje, odnosno tim je veće i opterećenje kojim treba opteretiti neki zadani transformator da bi on bio ekonomski iskorišten. Isto vrijedi i za specifične gubitke u željezu kao i za njihovo koštanje, odnosno za trajanje tih gubitaka.

Faktor K_3 predstavlja promjenljive troškove, t. j. troškove gubitaka u bakru. Čim su ti troškovi veći, veća je i ekonomska veličina transformatora, odnosno, manje je ekonomsko opterećenje transformatora. Poznato je, da je upotrebno vrijeme gubitaka direktno proporcionalno sa trajanjem maksimalnog opterećenja. Znači, i ekonomska veličina transformatora direktno je proporcionalna sa upotrebnim vremenom maksimuma. Porast upotrebnog vremena maksimuma redovit je slučaj kod distributivnih mreža u razvoju, što znači da u tim mrežama, ekonomska veličina transformatora raste, a ekonomsko opterećenje pada. Na pr. u učvorenim niskonaponskim mrežama, gdje porastu opterećenja zamke, slijedi umetanje novog transformatora, godišnje maksimalno opterećenje pojedinog transformatora približno je konstantno. Porast trajanja maksimuma imat će za posljedicu da će se svima transformatorima u zamci sniziti ekonomsko opterećenje. To znači da osim prirastu potražnje treba i sniženju ekonomskog opterećenja odgovoriti umetanjem daljnjih transformatora.

Slično se razmatranje može provesti i u pogledu faktora snage (cos φ).

Sniženjem faktora snage, što je slučaj kod distributivnih mreža u razvoju, a koji se još ne kompenziraju, snižava se ekonomsko opterećenje transformatora.

Ekonomsko odabiranje distributivnih transformatora

Dosadašnjim razmatranjima osnovni problem riješen je tek djelomično: za neko zadano opterećenje određena je veličina transformatora koja bi davala najmanje godišnje troškove, a nađeno je i, u pogledu godišnjih troškova, optimalno opterećenje za zadani transformator. Međutim, u stvarnosti, postoji niz opterećenja, za koja se doduše može odrediti »ekonomska veličina« transformatora, ali se takvo određivanje praktično ne može provesti, s obzirom na relativno malen broj standardnih veličina transformatora. Zatim, opterećenja u distributivnim mrežama, osim u iznimnim slučajevima, se mijenjaju i to većinom sa tendencom porasta. Treba, dakle, riješiti i drugi dio problema, t. j. iz niza s t a n d a r d n i h veličina transformatora za neko određeno opterećenje treba naći transformator koji bi bio optimalan u pogledu godišnjih troškova. Takav standardni transformator nazvat ćemo u daljnjem razmatranju »ekonomični transformator«.

Problem ćemo riješiti promatrajući godišnje troškove transformatora standardnih veličina.

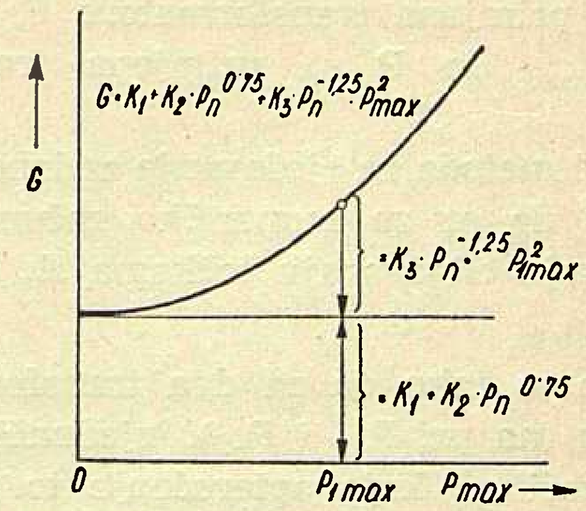
Godišnji troškovi transformatora izvjesnog tipa i serije, izraženi pomoću konstanata proporcionaliteta određeni su jednadžbom (10):

$$G = K_1 + K_2 \cdot P_n^{0,75} + K_3 \cdot P_n^{-1,25} \cdot P_{max}^2$$

Prema jednadžbi, godišnji troškovi zadanog transformatora mijenjaju se sa kvadratom opterećenja, jer za taj transformator svi ostali faktori i članovi jednadžbe su konstantni.

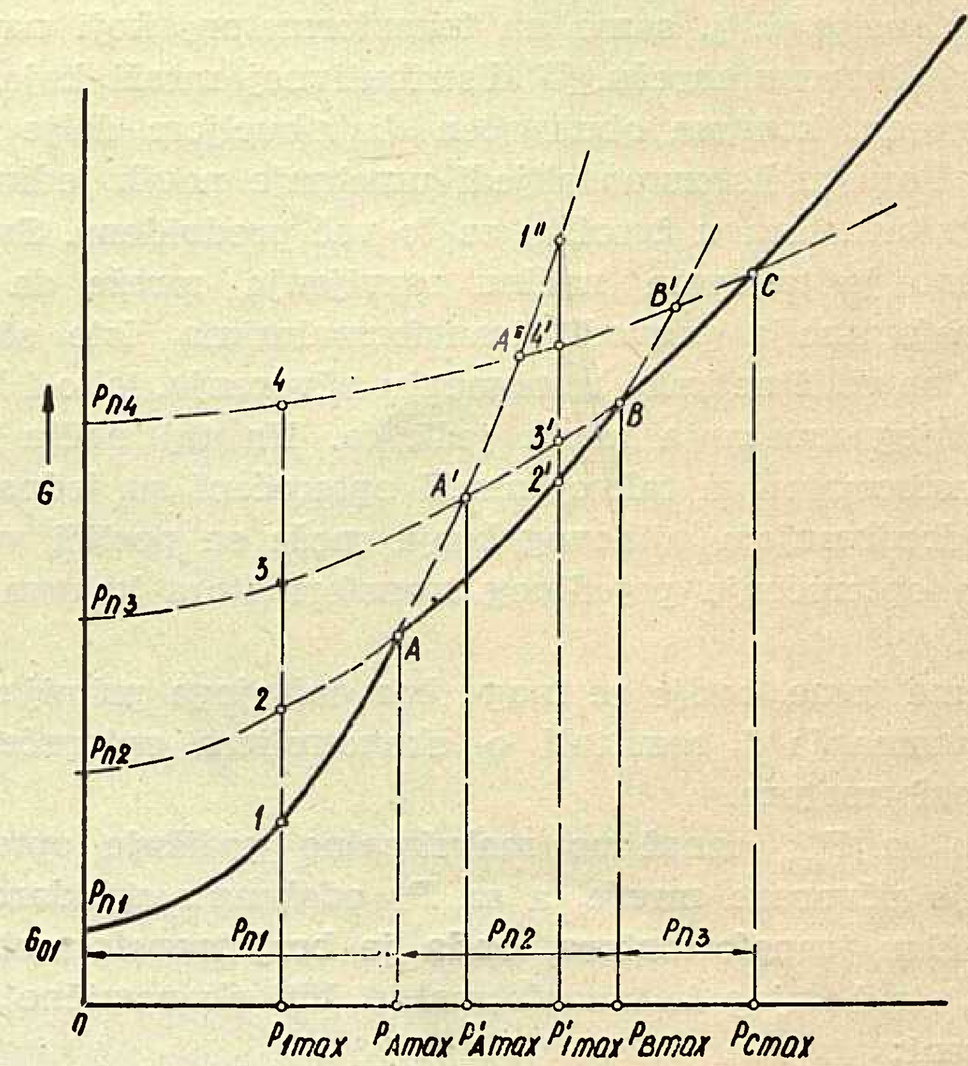
Najmanji godišnji troškovi za neki transformator su onda kada transformator nije opterećen (na pr. rezervni transformator), t. j. kada $P_{max}=0$. (sl. 2). U tom se slučaju godišnji troškovi sastoje iz troškova investicija i troškova gubitaka u željezu (stalni troškovi). Opterećenjem transformatora pojavljuju se i troškovi gubitaka u bakru (promjenljivi troškovi).

Promatramo li godišnje troškove niza transformatora (na pr. četiri transformatora na sl. 3 istog tipa, dakle istih konstanata proporcionaliteta, ali različitih snaga ($P_{n1} < P_{n2} < P_{n3} < P_{n4}$), u ovisnosti o opterećenju, vidimo da, osim što su im stalni troškovi proporcionalni



Sl. 2. Godišnji troškovi G transformatora snage P u ovisnosti o maksimalnom godišnjem opterećenju P_{max}.

snazi, dakle veći što im je snaga veća, krivulja promjenljivih troškova postaje položenija što je snaga transformatora veća. Dolazi to otuda što faktor $P_n^{1,5}$ u promjenljivim troškovima dolazi to više do izražaja što je iznos od P_n, t. j. snaga veća. Posljedica toga jest da se krivulje godišnjih troškova pojedinih transformatora međusobno sijeku (točke *A*, *A'*, *A''*, *B*, *B'* i *C* na sl. 3).



Sl. 3. Određivanje »ekonomičnog transformatora« za zadano opterećenje iz godišnjih troškova niza transformatora.

Sjecišta krivulja predstavljaju jednake iznose godišnjih troškova odnosnih transformatora za određena opterećenja. Na pr. za opterećenja $P_{A'max}$ jednaki su iznosi godišnjih troškova kod transformatora snage P_{n1} kao i kod transformatora snage P_{n3}.

Za neko opterećenje P_{1max}, tč. 1 na krivulji godišnjih troškova za transformator P_{n1}, predstavlja najniže godišnje troškove koji se mogu postići upotrebom transformatora iz niza P_{n1}, P_{n2}, P_{n3} i P_{n4}.

Za neko drugo opterećenje P'_{1max}, najniže godišnje troškove predstavlja točka 2', t. j. upotrebom trans-

formatora snage P_{n2} postižu se najniži godišnji troškovi, dok naprotiv primjenom transformatora P_{n1} troškovi su najviši (tč. $1'$) i t. d. Prema tome, sektori krivulja godišnjih troškova transformatora između točaka G_{01}, A, B i C, predstavljaju najniže godišnje troškove za sva opterećenjja od 0 A do P_{cmax}:
za opterećenja od 0 do P_{Amax}, najniže godišnje troškove dat će primjena transformatora P_{n1}, za opterećenja od P_{Amax} do P_{Bmax} primjena transformatora P_{n2}, i t. d.
Time je data i metoda za rješavanje zadanog problema. Preostaje još da se za numeričko računanje odrede opterećenja koja odgovaraju točkama A, B, C i t. d., t. j. P_{Amax}, P_{Bmax} i t. d.
Odredit ćemo to tako da za dva transformatora, susjedna u nizu (na pr. P_{n1} i P_{n2}), izjednačimo godišnje troškove tražeći uz koje opterećenje to vrijedi:

$$G_1 = G_2,$$

iz čega slijedi:

$$P_{maxA} = \frac{K_2}{K_3} \cdot \left[\frac{P_{n2}^{0,75} - P_{n1}^{0,75}}{P_{n1}^{-1,25} - P_{n2}^{-1,25}} \right]^{0,5} \qquad (16)$$

Transformator u učvorenoj mreži

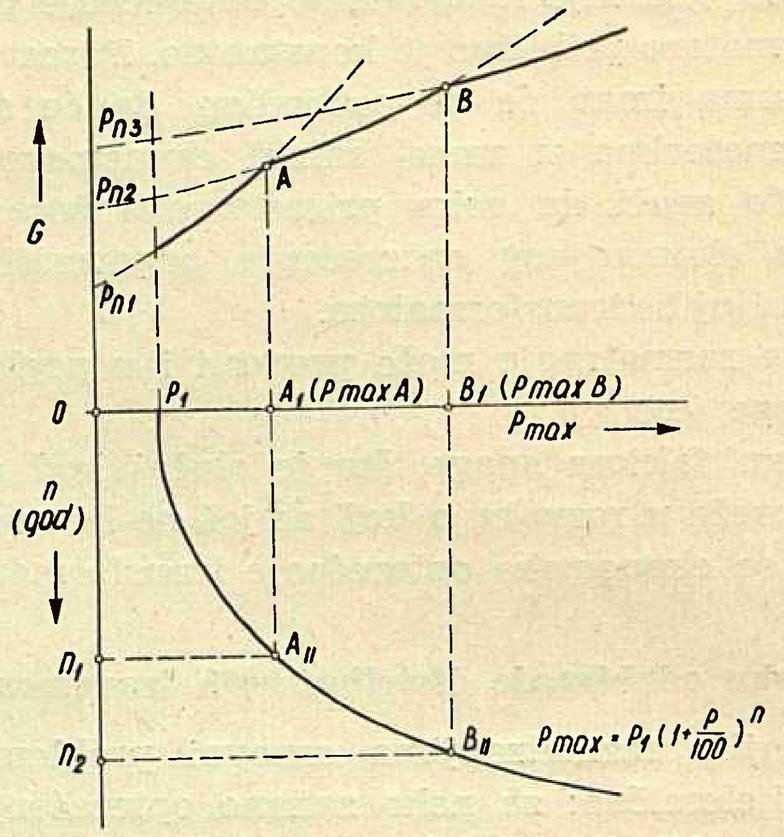
Općenito je poznat princip rada učvorenih mreža, a ovdje ćemo se osvrnuti na jedan dio takvog načina distribucije, t. j. samo na transformatore koji napajaju učvorenu mrežu. U distributivnoj mreži koja je učvorena, konzum obuhvaćen distribucijom dalje raste. Porastu konzuma slijedi umetanje novih jedinica transformatora u čvorišta za to već predviđena. Svojstveno je takovom načinu razvijanja mreže da se transformacija provodi transformatorima iste standardne veličine kako u momentu učvorenja, tako i kod daljnjeg umetanja novih jedinica. Na taj način svi transformatori u takvoj mreži opterećeni su jednako, a određivanjem njihovog broja može se postići veličina opterećenja pojedinog transformatora kakova se želi.
Prema tome, ovdje se mogu bez daljnjega primijeniti razmatranja i rezultati o ekonomskom opterećenju transformatora.
Ako sa P_{um} označimo maksimalno godišnje opterećenje učvorene mreže, a sa P_n odabranu standardnu veličinu transformatora, onda je broj transformatora (n_{ek}) kod kojeg će transformatori biti ekonomično korišteni:

$$n_{ek} = \frac{1}{u_{ek}} \cdot \frac{P_{um}}{P_n}$$

Transformatori u radijalnoj mreži sa rastućim opterećenjem

Svojstvo je distributivnih mreža da im opterećenje raste po izvjesnoj zakonitosti koja se može procijeniti i za budućnost.
Problem se ovdje sastoji u tome da se sa stanovišta posmatranja godišnjih troškova, utvrde vremenske i tehničke etape za pravovremeno povećanje kapaciteta transformacije u odnosu na porast konzuma.
Razmotrimo problem na općenitom primjeru.

U mreži, čiji se konzum povećava godišnje za p%, nalazi se transformatorska pojna točka sa mjestom za jedan transformator i sa konačnim kapacitetom transformacije P_{n3}. Iz istog niza transformatora postoje još dvije manje jedinice: P_{n1} i P_{n2}, tako da je odnos snaga transformatora $P_{n1} < P_{n2} < P_{n3}$.
U momentu posmatranja mreža ima godišnje vršno opterećenje P_1 kojemu odgovara snaga transformatora P_{n1}. Nakon koliko godina će trebati mijenjati transformator P_{n1} sa transformatorom P_{n2}, i transformator P_{n2} sa P_{n3}? Problem se rješava prema sl. 4: na gornjem dijelu diagrama unesene su krivulje godišnjih troškova za transformatore u ovisnosti o maksimalnom godišnjem opterećenju.



Sl. 4. Određivanje etapa povećanja transformacije kod mreža sa rastućim opterećenjem.

Sjecištima (A, B) susjednih krivulja određeni su sektori u kojima se kreću optimalna opterećenja za pojedine transformatore. U donjem dijelu diagrama os P_{max} je upotrebljena kao zajednička za prikaz krivulje porasta snage tokom godina. Preslikavanjem sjecišta A i B preko osi P_{max} (A' i B') na krivulju porasta opterećenja u toku godina (A'' i B'') i najzad zakretanjem na os godina (n) određene su godine (n_1 i n_2) u kojima treba mijenjati transformator.
Analitički je problem već djelomično riješen određivanjem sjecišta krivulja godišnjih troškova (jednadžba 16.). Izlazi da je:

$$n_1 = \frac{\log P_{maxA} - \log P_1}{\log (1 + p/100)} \text{ i t. d.}$$

Transformatori u paralelnom radu

Čest je slučaj u distributivnim mrežama elektroprivrede da dva ili više transformatora rade paralelno u istoj pojnoj točki mreže. Ovdje treba razlikovati tri slučaja, prema svrsi paralelnog stavljanja transformatorskih jedinica i prema pogonskim uslovima. U definiranju tih slučajeva uzet ćemo kao primjer dva transformatora jednaka po snazi u istoj pojnoj točki:

1. Slučaj: jedan transformator ekonomski odabran prema maksimalnoj potražnji konzuma, stalno je u pogonu, dok drugi stupa u pogon samo u slučaju kvara prvoga, t. j. drugi transformator predstavlja 100% rezervu.

2. Slučaj: dva transformatora, u paralelnom pogonu ekonomski odgovaraju maksimalnoj potražnji konzuma. U vrijeme nižih opterećenja jedan od transformatora se iskapča i služi kao pogonska rezerva drugom.

3. Slučaj: dva transformatora, u paralelnom pogonu odgovaraju maksimalnoj potražnji konzuma, ali i u vrijeme nižih opterećenja ostaju u paralelnom radu.

Prvi slučaj određuju uslovi konzuma u smislu osjetljivosti na nestanak električne energije. U vrlo malo slučajeva nestanak električne energije ugrožava ljudske živote (operacione dvorane u bolnicama, opasnost od poplave u rudnicima i t. d.). U većini slučajeva izostanak električne energije imade ekonomske posljedice. U svakom slučaju treba ustanoviti kakvo ekonomsko opterećenje za distribuciju predstavlja 100% pogonska rezerva u transformatoru, kao i u ostalim elementima distribucije i prijenosa, da bi se moglo sa stanovišta ekonomike odrediti mjere za osiguranje neprekidne dobave električne energije. Ovdje će se odrediti godišnji troškovi 100% pogonske rezerve u transformatoru: transformator koji stoji u rezervi opterećen je godišnjim troškovima investicije i uzdržavanja koji su proporcionalni nabavnoj cijeni transformatora, dok troškova gubitaka nema. Prema tome, godišnji troškovi rezervnog transformatora iznašaju:

$$G_T = C_T \cdot R_T/100 \text{ (vidi jednadžbu 2)},$$

gdje je $R_T = R_i + R_u$ t. j. suma godišnjih stopa investicije i uzdržavanja određenih zakonskim propisima. U n godina, koliko traje uloga rezerve, suma godišnjih troškova iznaša:

$$G_n = n \cdot C_T \cdot R_T/100.$$

Prosječno trajanje transformatora iznaša oko 30 godina, tako da je suma godišnjih troškova kroz taj period znatna. Uz $R = 10\%$, a može biti i više (kod nas 13,3%), troškovi rezerve kroz period od 30 godina jednaki su trostrukoj nabavnoj cijeni transformatora. Uzmemo li u obzir da su zbog rezervnog transformatora utrošene još i daljnje investicije u rasklopnu opremu i građevinski dio, čiji godišnji troškovi iznašaju

$$\text{za opremu } G_o = C_o \cdot R_o/100$$
$$\text{za građ. dio } G_g = C_g \cdot R_g/100$$

onda su ukupni godišnji troškovi rezerve

$$G = G_T + G_o + G_g$$

odnosno, pošto je $R_T = R_o = R$

$$G = (C_T + C_o)\, R/100 + C_g \cdot R_1/100.$$

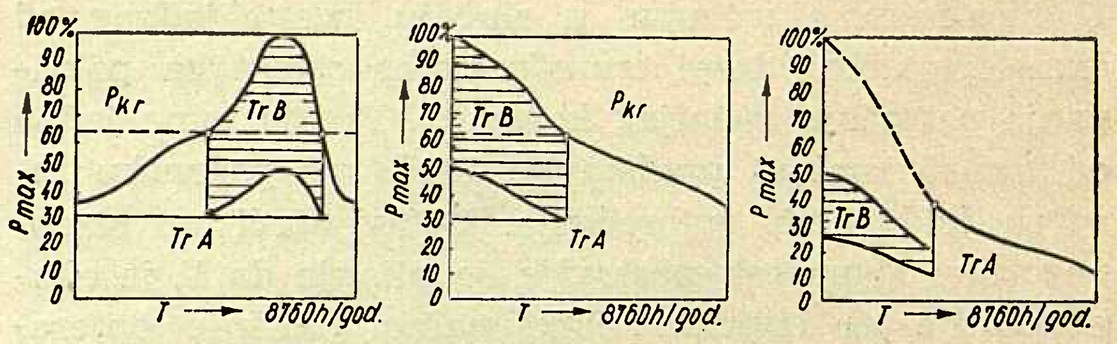
Kroz n godina

$$G_n = n \cdot G$$

U drugom slučaju, u vrijeme nižih opterećenja jedan transformator služi kao 100%-tna pogonska rezerva, a u vrijeme viših opterećenja kao djelomična rezerva, t. j. u slučaju ispada jednog, drugi transformator će pokrivati potražnju onog dijela konzuma kojemu je energija neophodno potrebna. Minimalni godišnji troškovi transformacije postići će se izvjesnim režimom pogonskih ukapčanja odnosno iskapčanja jednog od transformatora u ovisnosti o opterećenju. Troškovi investicija i uzdržavanja stalni su i ne utječu na sâm kriterij pogonskih manipulacija, koji glasi: »Kada gubici od oba transformatora postaju manji od gubitaka u jednom transformatoru onda treba uključiti drugi transformator (kada opterećenje raste) i obratno, kada gubici oba transformatora postaju veći (kada opterećenje pada) od gubitaka u jednom transformatoru, onda treba isključiti jedan transformator od transformatora««. I u jednom i u drugom slučaju to će biti onda kada će biti ispunjeno [4]

$$P_{kr} = P_n \cdot 2\, V_{Fe}/V_{Cu}.$$

Određivanje godišnjih troškova može se provesti poznavajući godišnju krivulju opterećenja odnosno diagrame upotrebnih vremena opterećenja i gubitaka (vidi sl. 5).



Sl. 5. Paralelni pogon dvaju transformatora jednakih snaga uz minimalne godišnje troškove.

Teoretski, nekom faktoru opterećenja ($m = T_m/T$) pripada neograničeni broj krivulja opterećenja. Međutim, promatranje mnoštva takovih krivulja dovelo je do zaključka da te krivulje opterećenja za neki određeni faktor opterećenja imadu gotovo uvijek isti oblik [5]

Ta statistička spoznaja imade i svoj matematski izraz dat po Rossander-u

$$P_{max} = 1 - (1 - m_o)\,(1 - t)^{\frac{1-m}{m-m_o}}$$

ili po Haerlin-u

$$P_{max} = 1 - (1 - m_o) \cdot t^{\frac{m-m_o}{1-m}}$$

gdje je $m_o = 0{,}04\, m + 0{,}65\, m^2 + 0{,}143\, m^3$.

Poznato je da se i faktor gubitaka (ϑ), odnosno upotrebno vrijeme gubitaka ($\vartheta \cdot T$) može odrediti promatrajući upotrebno vrijeme maksimuma (T_m) i prema tome poznati su svi elementi za određivanje godišnjih troškova paralelnog rada transformatora uz prije spomenuti kriterij.

Imademo li dva transformatora snage P_{nA} i P_{nB}, od kojih je prvi temeljni, t. j. uvijek je priključen na sabirnice, onda su ukupni godišnji troškovi:

$$G = G_A + G_B$$

$$G_A = K_{1A} + K_{2A} \cdot P_n^{0,75} + K_{3A} \cdot P_{nA}^{-1,25} \cdot P_{max_1}^2$$

$$G_B = K_{1B} + K_{2B} \cdot P_n^{0,75} + K_{3B} \cdot P_{nB}^{-1,25} \cdot P_{max_2}^2$$

U faktorima K_1, K_2 i K_3 sadržana su upotrebna vremena transformatora (T) kao i faktor gubitaka (ϑ), odnosno upotrebno vrijem gubitaka, a različiti su za

svaki od transformatora. Za neku određenu snagu transformatora, veličina ovih faktora ovisna je o ukupnom opterećenju transformatora (P_{max}), jer P_{max1}, t. j. maksimalno godišnje opterećenje temeljnog transformatora može biti

$$P_{max1} = P_{kr}$$

ako je

$$P_{max}/2 < P_{kr}$$

Inače, opterećenje mjerodavno za gubitke u bakru

$$P_{max1} = P_{max}/2$$

t. j. ako je

$$P_{max}/2 > P_{kr}$$

Maksimalno godišnje opterećenje drugog transformatora uvijek je:

$$P_{max2} = P_{max}/2$$

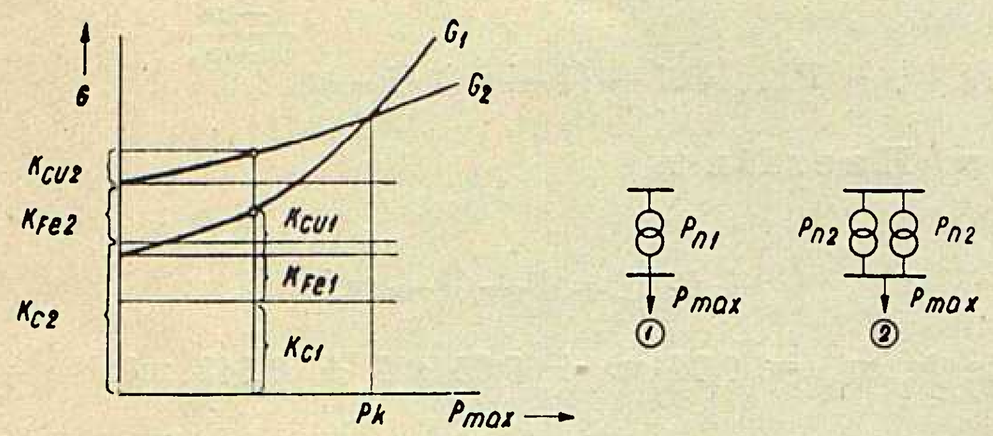
U trećem slučaju, u slučaju kvara jednog od transformatora, drugi transformator ostaje za pokrivanje potražnje važnijeg komzuma. Prema tome jedan od transformatora predstavlja 100%-tnu pogonsku rezervu kod nižih opterećenja. Ostavljajući po strani pogonsku sigurnost, postavlja se pitanje da li je ekonomičnije za izvjesno maksimalno godišnje opterećenje, primijeniti transformaciju sa jednim transformatorom, ili sa dva transformatora. Na ovo se može odgovoriti uporedbom jednadžbi godišnjih troškova za jedan i za dva transformatora.

Za jedan transformator, a za opterećenje P_{max}, godišnji troškovi iznašaju:

$$G_1 = K_{c1} + K_{Fe1} + K_{Cu1}$$

Za dva transformatora:

$$G_2 = 2\,(K_{c2} + K_{Fe2} + K_{Cu2})$$



Sl. 6. Godišnji troškovi uz upotrebu jednog transformatora (G_1) i dva transformatora (G_2) za isto opterećenje.

Na slici 6. prikazane su gornje jednadžbe.

Troškovi gubitaka u bakru dadu se izraziti:

$$K_{Cu1} = F \cdot P_{n_1}^{-1,25} \cdot P_{max}^2$$

$$K_{Cu2} = 0{,}25 \cdot G\,P_{n_2}^{-1,25} \cdot P_{max}^2$$

Usporedbom jednadžbi za G_1 i G_2 dobijemo:

$$P_{max} = P_k = \left[\frac{2K_{c2} - K_{c1} + 2\,K_{Fe} - K_{Fe_1}}{F\,(P_{n_1}^{-1,25} - 0{,}5 \cdot P_{n_2}^{-1,25})}\right]^{0,5}$$

t. j. dobiven je uvjet kada su troškovi za oba slučaja jednaki. Za manja opterećenja ekonomičnija je upotreba jednog transformatora, a za veća upotreba dvaju transformatora, ili:

$P_{max} < P_k$ uvjet za upotrebu jednog transformatora

$P_{max} > P_k$ uvjet za upotrebu dva transformatora.

Ako se radi o transformatorima iste snage, t. j. ako

$$P_{n1} = P_{n2} = P_n, \text{ onda je}$$

$$K_{c2} = K_{c1} = K_c; \quad K_{Fe2} = K_{Fe1} = K_{Fe}; \quad K_{Cu2} = K_{Cu1}/4$$

$$P_k = 1{,}41 \cdot \left[\frac{K_c + K_{Fe}}{F \cdot P_n^{-1,25}}\right]^{0,5}$$

a ovaj uvjet bit će ispunjen kada će biti

$$K_{Cu1} : (K_c + K_{Fe}) = 2 : 1$$

Ako se upotrebe faktori K_1, K_2 i K_3 onda se dobije izraz ekvivalentan gornjem:

$$P_k = 1.41 \left[\frac{K_1 + K_2 \cdot P_n^{0.75}}{K_3 \cdot P_n^{-1,25}}\right]^{0,5}$$

O preopterećenju transformatora

Primjenimo li rezultate prethodnih razmatranja, i ako za zadana opterećenja moramo birati transformatore standardnih veličina, onda izlazi da je katkada ekonomično preopteretiti transformator: godišnji troškovi za, do izvjesne granice preopterećenu manju jedinicu, još uvijek su manji nego godišnji troškovi podopterećene slijedeće veće jedinice. Za ono opterećenje kada su ti troškovi jednaki nađen je izraz.

Ali u toj težnji da se godišnji troškovi transformatora u pogonu drže što niži, imade jedna granica, a to je sigurnost pogona u pogledu opskrbe električnom energijom. Snižavanje troškova pogona može donijeti sa sobom i smanjenu sigurnost u opskrbi električnom energijom, znači, povećanu mogućnost financijskih gubitaka. U ekstremnim slučajevima, sniženje godišnjih troškova jednog od elemenata pogona, u našem slučaju transformatora, nikako ne znači i smanjenje troškova pogona uzeto u cjelini.

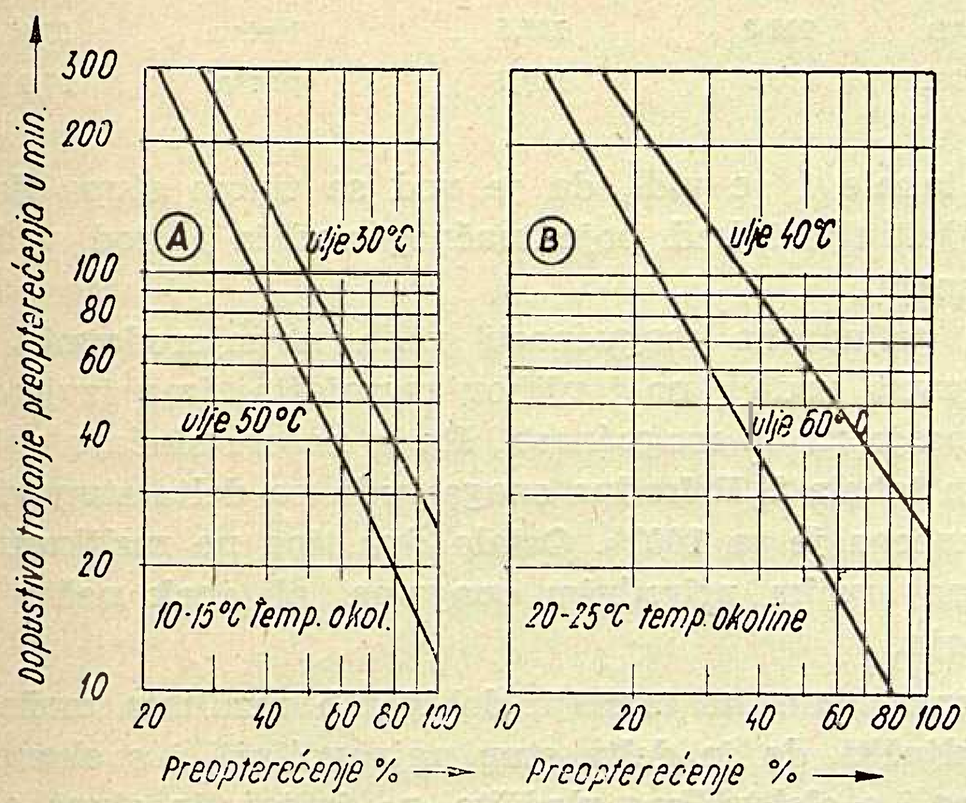
Postavlja se dakle pitanje: gdje leži optimalna ekonomičnost, i kako se ta optimalna ekonomičnost odnosi sa stupnjem sigurnosti prema kojem se teži.

U pogledu stupnja sigurnosti općenito se može uzeti da električno postrojenje nije ugroženo, ako njegovi pojedini elementi nisu napregnuti preko svojih nazivnih vrijednosti. Kod postrojenja sa konstantnim opterećenjem može se uzeti da je trajno opterećenje sa nominalnom vrijednošću najveće dopušteno opterećenje. S time ali nije rečeno da je to i najekonomičnije opterećenje. U pogonima elektroprivrede, uostalom, neko konstantno opterećenje vrlo rijetko dolazi u obzir. Obično se radi o opterećenjima koja bitno variraju i tokom dana i tokom godine. Ali i kod tih opterećenja obično pazimo da najveće opterećenje ne prijeđe i nazivnu vrijednost pojedinog dijela postrojenja.

Pitanje je sada da li i u slučaju varijabilnog opterećenja nazivna vrijednost predstavlja gornju granicu dopustivog opterećenja? Kod transformatora odgovor na ovo pitanje ovisi potpuno o krivulji pterećenja.

Po propisima VDE, dozvoljena temperatura za uljni transformator i to srednja temperatura namotaja iznaša 105° C, kod čega je predpostavljena okolna tempe-

ratura od 35° C. Navedenu srednju temperaturu namotaj će postići, ako je transformator u stalnom pogonu sa nazivnom strujom, a temperatura rashladnog zraka iznaša 35° C. Pod istim uslovima ulje ne smije prijeći maksimalnu temperaturu od 95° C. Da bi se moglo odgovoriti na pitanje koliko može biti opterećen transformator u praktičnom pogonu treba provesti mjerenja. Kod nas ovakova mjerenja nisu provađana, zato se moramo osloniti na podatke iz literature. U Njemačkoj, mjerenje je provedeno [6] na jednom mrežnom transformatoru sa tipičnim opterećenjem široke potrošnje i sitne industrije, koje je variralo od 95 do 128% za vrijeme od 8 sati i granične VDE temperature nisu dostignute. Iz istog izvora navađamo da su za vrijeme rata transformatori bili preopterećeni za vrijeme od 6—8 sati sa 120 do 160%, a izmjerene temperature namotaja iznašale su 108° C. U prosincu 1954. g. izmjerene su temperature na 113 transformatora berlinske mreže (BEWAG) i pokazalo se da, ako je stanica dobro ventilirana, temperature dostignute

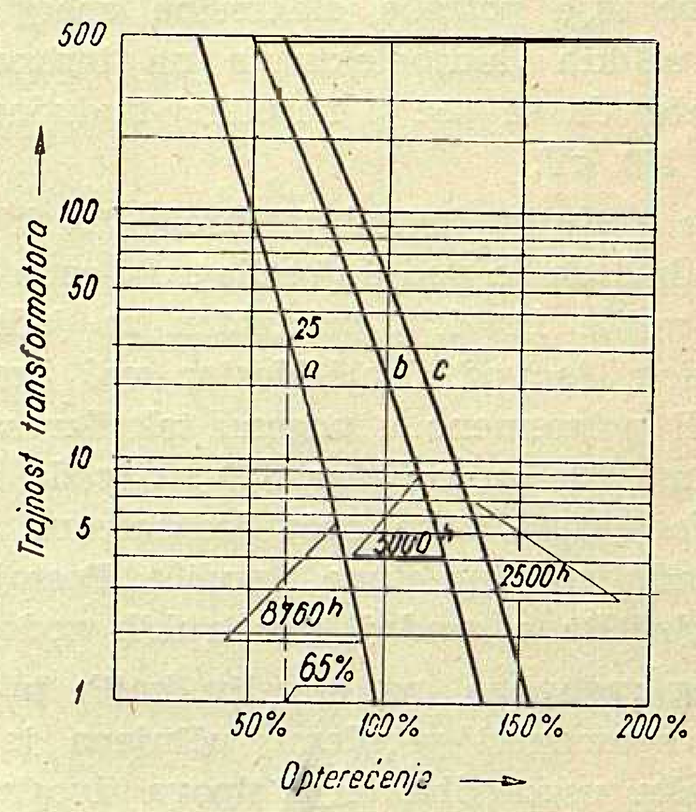


Sl. 7. Dozvoljeno trajanje opterećenja prema B. S. 171 (Dijagrami su nacrtani na temelju B. S. 171).

kod 100% opterećenja nisu vrijedne spomena. Prema tome, s obzirom na temperature dade se zaključiti, da se transformatori mogu u vršnim opterećenjima opteretiti sa 130% čak i sa 150%. Preko 130% može se ići, ako je preopterećenje kratkotrajno. Za ilustraciju prilažemo i dijagram (na sl. 7) dozvoljenog preopterećenja prema B. S. 171. (British Standard) za razne temperature okoline i razne temperature ulja prije početka preopterećenja. Poznat je i podatak iz kataloga tvornice »Rade Končar«, prema kojemu je dopušteno preopterećenje transformatora 10% kroz 3 sata ili 30% kroz 1 sat, ako je prije toga transformator radio polovinom snage kroz 10 sati.

Međutim, ima jedna okolnost koja bi mogla dovesti u sumnju ekonomičnost kod preopterećivanja transformatora, a to je da se trajnost transformatora smanjuje uslijed visokih temperatura do kojih dolazi kod preopterećenja.

Slijedeći dijagram na sl. 8 prikazuje ovisnost trajnosti transformatora o opterećenju prema Montsingerovom pravilu udvostručenja za 8° C [7]. Trajanje života transformatora koji je trajno pod punim teretom uz okolnu temperaturu od 20° C utvrđeno je kao jedinično. Ovakova jedinična ili nazivna trajnost transformatora iznosi 1—2 godine. Iz dijagrama se vidi (krivulja *a*) da, ako je transformator konstantno opterećen sa 65% od nazivnog opterećenja on postigne 25-erostruku nazivnu trajnost. Uz krivulju *b*): uz vršno opterećenje 100%, trajnost transformatora iznosi 20—22 puta više od jediničnog trajanja. Premda ovi podaci nisu sasvim točni, i ne mogu se primijeniti na svaku produkciju transformatora, ipak se može vidjeti da ne treba očekivati štete od umjerenih preopterećenja.



Sl. 8. Ovisnost trajanja transformatora o opterećenju (Montsinger-ovo pravilo): krivulja **a** vrijedi za trajanje opterećenja 8760 h/god, krivulja **b** za 3000 h/god i krivulja **c** za 2500 h/god.

Zaključujući može se reći: ako se uzme u obzir sposobnost preopterećivanja transformatora, dadu se postići uštede.

Međutim treba imati na umu da se ne smije nekom sredstvu pridavati svojstvo preopteretivosti, a da se to točno ne provjeri: nužni uvjet za iskorištenje preopteretivosti jest poznavanje okolnosti i karakteristike opterećenja, a to se može postići jedino svrsishodnim mjerenjima. Osim toga ljudi iz pogona moraju biti svijesni činjenice da struja nije mjerilo za konkretno preopterećenje, nego su to temperature: okoline transformatora i t .d.

Svršetak u slijedećem broju

Literatura

[1] G. O. Mc Lean, R. S. Peacook: Distribution Transformers Economics of Loading. Electrical Review, 1952, 26 dec., p. 1371.

[2] Szwander W.: The valution and capitalization of transformer Losses., Proc. I. E. E. 1945., Vol. 92., Part. II, p. 125.

[3] Tobin: E.: Selection of Transformers for Use in Distribution Networks, Proceedings of I. E. E., P., II, 1949., str. 485—492.

[4] H. Požar: Ekonomična raspodjela opterećenja, Školska knjiga, 1953.

[5] R. Schneider: Elektrische Energiewirtschaft, Berlin 1936., Springer Verlag.

[6] H. Weber: Wirtschaftliche Belastung und Überlastbarkeit von Transformatoren und Kabeln, Elektrizitätschaft, 1955., br. 17/18.

[7] Montsinger, Trans. Journ. Amer. Inst. E. E. (AIEE), 1930., str. 397.

PRILOG IZBORU NAJPOVOLJNIJEG TIPA STUPA I VODIČA ZA NAŠE VODOVE 220 kV

Ing. Boris Markovčić, suradnik Instituta za elektroprivredu i
Ing. Ranko Škarica, Dalekovod, Zagreb

621.315.66.003

Provedene su ekonomske i tehničke usporedbe dvostrukih vodova 220 kV sa tri različita tipa stupa iz profilnog čelika klasične konstrukcije. Najekonomičniji od njih uspoređivan je sa jednostrukim vodom sa stupom tipa »jela«, ako se upotrebe različiti vodiči. U razmatranje su uzeta dva presjeka pojedinačnih vodiča (360/57 Ač i 524/66 Ač) i dva presjeka vodiča u snopu 2 x 185/32 Ač i 240/40 Ač). Nizom provedenih usporedbi došle su do izražaja sve prednosti dvostrukih stupova i vodiča u snopu.

Naglo povećanje potreba električne energije, kao i raspored velikih hidroelektrana na teritoriju naše zemlje traže, da se već u najbližoj budućnosti pređe na napon 220 kV.

Stvarno je međutim izgradnja mreže 220 kV već započela, budući da je vod Jajce-Zagreb, sada u pogonu sa dvije trojke 110 kV, predviđen za jednu trojku 220 kV, dok je vod Omiš-Mostar već izgrađen za 220 kV, ali privremeno u pogonu također sa 110 kV. Unatoč tome, što su već dva 220 kV voda izgrađena, nije još formirano neko opće jedinstveno stanovište o najprikladnijem tipu stupa i vodiča. Postoje također različita gledišta o gradnji dvostrukih vodova.

Kao prilog radovima, na temelju kojih bi se mogli rasvjetliti spomenuti problemi, učinjena je tehnička i ekonomska usporedba triju tipova dvostrukih stupova i jednostrukog tipa »jela«, klasične čelične rešetkaste konstrukcije, kao i usporedba četiriju tipova vodiča montiranih alternativno na dvostrukim »delta« stupovima i jednostrukim stupovima »jela«.

Da se dobije uvid u odnos troškova izgradnje, usporedba je vršena na temelju troškova 1 km izgrađenog voda u ravnom terenu, normalnih atmosferskih prilika. U račun nisu uzeti troškovi projektiranja, odštete, sječa šume, radova na drugim objektima i t. d., pa se prema tome navedene cijene vodova mogu koristiti samo u svrhe uspoređivanja, a nikako za ocjenu troškova nekog stvarnog 220 kV voda.

Uspoređivana su ova četiri tipa stupa čelično-rešetkaste konstrukcije:

I dvostruki delta (sl. 1)
II bačva (sl. 2)
III dvostruki portal (sl. 3)
IV jednostruki jela (sl. 4)

Utjecaj presjeka, odnosno tipa vodiča, istražen je uspoređivanjem troškova 1 km voda s pojedinačnim vodičima i sa snopom od po dva vodiča. Uzimani su ekstremni presjeci, koji bi praktički mogli doći u obzir i to:

A. pojedinačni	360/57 Ač
B. „	524/66 Ač
C. snop	2 × 185/52 Ač
D. „	2 × 240/40 Ač

U cilju iznalaženja najpovoljnijeg dvostrukog stupa između stupova navedenih pod I, II i III izračunati su troškovi 1 km voda alternativno za pojedinačni vodič 360/57 Ač i snop od dva vodiča 2 × 240/40 Ač.

U tabeli 1 navedeni su procentualno troškovi pojedinih vodova, ako je km dvostrukog voda s delta stupovima 100%.

Tabela 1.

Tip	360/57 Ač	240/40 Ač
delta	100,0%	100,0%
bačva	102,3	102,5
portal	113,9	110,7

Tabela 2.

Tip	Prirodna snaga
delta	100,0%
bačva	95,0
portal	96,0

Iz tabele 1 se vidi, da je vod sa tipom stupa delta najjeftiniji i kod pojedinačnog vodiča i kod vodiča u snopu.

Za prijenosne mogućnosti voda najmjerodavniji su naravno vodiči, no i njihov razmještaj ima izvjesnog utjecaja na te mogućnosti, što u našem slučaju pokazuje tabela 2. Prirodna snaga voda na delta stupovima označena je sa 100%. Ostala dva tipa ne razlikuju se bitno svojim prirodnim snagama, ali ipak nešto zaostaju.

Prema tome, na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti, da je delta stup najpovoljniji i s ekonomskog i s električkog gledišta, pa je taj tip stupa odabran za daljnja razmatranja.

Izabravši najpovoljniji dvostruki stup, trebalo je dalje vidjeti, koliko na troškove 1 km voda utječu različiti tipovi vodiča navedeni pod *A* do *C*.

Premda su razlikje minimalne, ipak je za svaki vodič računano s njegovim ekonomskim rasponom. Za četiri odabrana vodiča ekonomski se rasponi kreću od 425 do 525 m, ali su im minimumi krivulje troškova vrlo položeni.

Tabela 3 daje usporedbene troškove po kilometru voda sa delta stupovima, ako se ugrade različiti vodiči.

Tabela 3.

Tip vodiča Alučel 2×3×	Troškovi po km voda		
	Din/km	%	
360/57	14.250.000	100,0	79,1
524/66	17.100.000	120,0	95,5
2 × 185/52	15.560.000	109,1	86,8
2 × 240/40	17.900.000	126,0	100,0

Sami troškovi po kilometru voda nisu još mjerodavni za izbor tipa vodiča, ako se ne znaju prijenosne mogućnosti za svaki primijenjeni tip. Zato su izračunate prijenosne karakteristike i dane u tabeli 4. za jednu trojku dvostrukog voda.

Tabela 4.

Tip vodiča alučel	Otpor oma/km		Prir. snaga kod 220 kV		Opter. do ugrijavanja	
	r	x	MW	%	MVA	%
360/57	0,0804	0,398	129	100,0	257	100,0
524/66	0,0554	0,388	132	102,7	300	116,3
2 × 240/40	0,0616	0,290	177	137,0	405	157,0
2 × 185/32	0,0788	0,294	175	136,0	347	135,0

Sa gledišta električnih osobina najpovoljniji je dakle snop 2 × 240/40 Ač. Vod s tim vodičem imao bi najveću prijenosnu moć i najveću mogućnost preopterećenja.

Mogućnost preopterećenja naročito je interesantna, ako bi vremenom došla u obzir ugradnja serijskih kondenzatora. To je rezerva, koja uz razmjerno malo povišenje troškova danas, može donijeti u budućnosti velike koristi.

Ekonomsku stranu problema može se vidjeti iz tabele 5, gdje su navedeni investicioni troškovi po MW prirodne snage i kilometru dužine voda, zatim gustoća struje A/mm² uz opterećenje voda prirodnom snagom.

Tabela 5.

Tip vodiča alučel	Investicioni troškovi		Gustoća A/mm²
	Din/MW/km	%	
360/57	55.400	100	0,936
524/66	64.700	117	0,469
2 × 185/32	44.400	80	1,240
2 × 240/40	50.700	92	0,962

Upada u oči, da su specifični investicioni troškovi manji kod snopa nego kod pojedinačnog vodiča. Ekonomska gustoća struje, koju možemo računati oko 1 A/mm² aluminijskog plašta, najbolje je prilagođena prirodnoj snazi kod vodiča 360/57 Ač i snopa 2 × 240/40 Ač.

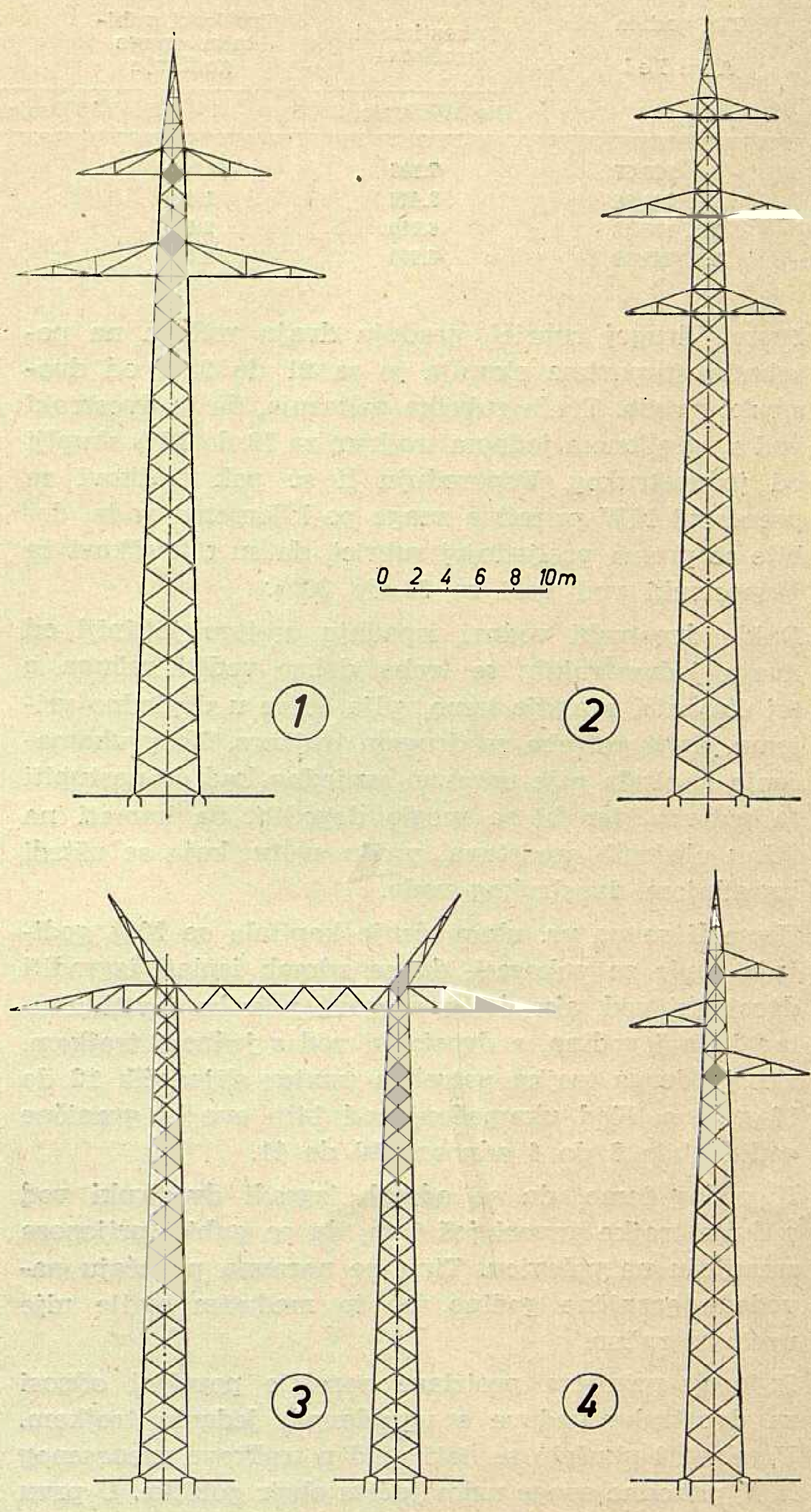
Usporedbe s istim tipovima vodiča, kao što je rađeno kod vodova s dvostrukim stupovima delta, učinjene su za jednostruki stup jela klasične čelično-rešetkaste konstrukcije. Odnosi troškova dani su u tabeli 6, koja je analogna tabeli 3 za dvostruki vod.

Tabela 6.

Tip vodiča alučel	Troškovi po km voda		
	Din/km	%	%
360/57	8.638.000	100,0	79,5
524/66	10.419.000	121,0	96,5
2 × 185/32	9.615.000	111,5	89,0
2 × 240/40	10.840.000	125,5	100,0

Vidi se, da je utjecaj promjene presjeka na jednostruke stupove po prilici jednak kao i na dvostruke. Što se pak tiče električnih osebina, tu nema znatnih razlika, prema onima, koje su u tabeli 4 dane za jednu trojku dvostrukog voda. Nešto se povećava induktivni otpor, što djeluje na smanjenje prirodne snage za 6% kod jednostrukih vodiča, a za 9% kod snopa. Djelatni otpor, granično opterećenje do ugrijavanja, kao i djelatni gubici ostaju naravno jednaki u oba slučaja.

Pošto su dobiveni podaci o troškovima i o prijenosnim mogućnostima za dvostruki (delta) i jednostruki (jela) vod, vrlo je interesantno usporediti ih međusobno, što je učinjeno u slijedećim tabelama.



Četiri tipa čelično-rešetkastih stupova: 1 – dvostruki delta, 2 – bačva, 3 – dvostruki portal, 4 – jednostruki jela

Tabela 7.

Tip vodiča	Troškovi dvostrukog voda, ako je jednostruki 100%	Troškovi dvaju jednostrukih vodova, ako je dvostruki 100%	Troškovi dvostrukog voda s ugrađenom jednom trojkom, ako je jednostruki 100%	Specifični troškovi po MW/km jednostrukog voda, ako je dvostruki 100 %
360/57	165%	122%	116%	128%
524/66	164	122	113	130
2 × 185/32	162	123	114	136
2 × 240/40	165	121	113	132

Iz prve rubrike s lijeva tabele 7 proizlazi, da je dvostruki vod za 62 do 65% skuplji od jednostrukog istog presjeka.

Tabela 8.

Usporedba specifičnih stalnih troškova i troškova gubitaka za jednostruki i dvostruki vod po km

Tip vodiča Aluč el	Jednostruki jela			Dvostruki delta		
	Investicioni troškovi	Troškovi gubitaka snage godišnje	Ukupni godišnji troškovi	Investicioni troškovi	Troškovi gubitaka snage godišnje	Ukupni godišnja troškovi
	Din/MW/km/god	Din/MW/km/god		Din/MW/km/god	Din/MW/km/god	
360/57	7.100	2.020	9.120	5.540	2.170	7.710
524/66	8.420	1.410	9.830	6.470	1.330	7.800
2 × 185/32	6.010	2.610	8.620	4.440	2.840	7.280
2 × 240/40	6.700	2.070	8.770	5.070	2.250	7.320

Prema drugoj rubrici, gradnja dvaju vodova na posebnim stupovima skuplja je za 21 do 23% od dvostrukog voda. Treća rubrika pokazuje, da je dvostruki vod s ugrađenom jednom trojkom za 13 do 16% skuplji od jednostrukog. Uspoređuju li se pak troškovi za preneseni MW prirodne snage po kilometru voda, dobije se prema posljednjoj rubrici, da su ti troškovi za jednostruki vod veći za 28 do 36%.

Dakle dvostruki vodovi ispadaju osejtno jeftiniji od dvaju jednostrukih, te treba dobro voditi računa o toj činjenici svagdje tamo, gdje će se u dogledno vrijeme javiti potreba za drugom trojkom. Zbog ukamaćenja kapitala nije naravno svejedno kad će nastupiti ta potreba, jer bi se moglo dogoditi, da kamati na višak uloženih sredstava, pređu svotu, koja se uštedi izgradnjom dvostrukog voda.

Uzme li se na pr. ukamaćenje kapitala sa 10% godišnje, dade se pokazati, da se odmah isplati izgraditi dvostruki vod, ako će se njegova potreba javiti unutar 4 do 5 godina, a dvostruki vod s jednom trojkom, ako je druga trojka potrebna unutar slijedećih 12 do 13 godina. Kod ukamaćenja od 14% ove bi granične godine bile 3 do 4 odnosno 10 do 11.

U prilog tome, da se odmah izgradi dvostruki vod s dvije trojke govori još i to, da se gubici prijenosa smanjuju na polovicu. Time se naravno povećaju navedene granične godine, no to međutim ovdje nije uzeto u račun.

Iz ovog primjera proizlaze naročito povoljni odnosi za dvostruke vodove s ugrađenom jednom trojkom. U tabeli 8 pkušalo se dati uvid u troškove prenesenog MW prirodne snage uzimajući u obzir gubitke. U prvu rubriku tabele unijeti su specifični godišnji investicioni troškovi u dinarima po MW i km dužine voda, uzimajući godišnju stopu od 10%. U drugu su pak rubriku uneseni troškovi gubitaka snage, također u dinarima po MW i km. Ovi su troškovi dobiveni tako, da su najprije izračunati gubici snage u kW/km kod prijenosa prirodne snage i reducirani na preneseni MW kod takvog opterećenja. Zatim je uzeto, da svaki kW gubitka snage u vodu okupira u elektrani kW instalirane snage, za čije je investicione troškove uzeta prosječna cijena od 100.000.— Din. Godišnji troškovi uz spomenutu stopu od 10% iznosili bi dakle 10.000.— Din po instaliranom kW, odnosno po kW gubitaka. U trećoj je rubrici dana suma godišnjih investicionih troškova i troškova gubitaka.

Iz ove tabele kao i iz cijelog razmatranja proizlazi dakle nesumnjivo ekonomičnost dvostrukih vodova pred jednostrukim kao i ekonomičnost snopova pred pojedinačnim vodičima.

Za naše su prilike vodiči u snopovima naročito interesantni baš u prvo vrijeme izgradnje 220 kV mreže, jer će se morati energija prenositi na razmjerno velike daljine bez potpornih točaka. Daljnjom izgradnjom elektrana, mreža će dobiti potporne točke, ali će se povećati prijenosna snaga, pa će doći do izražaja velika opteretivost snopova.

S obzirom, da se velike rezerve hidroenergije nalaze u obalnom pojasu zemlje, od kojih su velika i važna konzumna područja udaljena, racionalno bi bilo koristiti navedene prednosti snopa od po dva vodiča 240/40 Ač.

Literatura

B. Markovčić i R. Škarica: Studija prijenosa jadranskim dalekovodom, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1957.

ISPRAVITE U ENERGIJI BR. 3—4/1958.

U članku Ing. M. Leskovar-a *Prijedlog nove metode za određivanje veličine izgradnje hidroelektrana,* na str. 77, desni stupac, treći stavak tačke 52. treba da glasi: *Kamati se obračunavaju po stopi iz jednadžbi (11), na investicijski iznos I.*

PARNI KOTLOVI U NR HRVATSKOJ

Ing. Jakob Lucati, Institut za elektroprivredu, Zagreb

621.18.004(497.13)

Radi usmjeravanja racionalizacije utrošnje goriva izrađen je statistički pregled o parnim kotlovima u NRH. Utvrđeno je: prosječna je starost kotlova 35 godina, 67% kotlova ima ogrjevnu površinu do 100 m², kotlovi 100–300 m² predstavljaju oko 50% ogrjevne površine, 76% kotlova ima pritisak do 15 atp, 79% su za ručno loženje, 58% za loženje ugljenom. Najviše ih ima u prehrambenoj industriji, t. j. oko 30%. Tehničko stanje kotlova je većinom slabo, naročito u pogledu snabdjevenosti instrumentima i njihovog održavanja.

Parni kotlovi spadaju među najveće potrošače goriva u našoj zemljii, u prvom redu uglja. O tehničko-ekonomskim karatkeristikama parnih kotlova u velikoj mjeri ovisi trend povećanja potrošnje goriva. To je razlog da se u industrijski razvijenim zemljama parnim kotlovima pridaje posebno značenje.

Parni kotlovi u današnjem sastavu i stanju predstavljaju osnovnu toplinsku opremu s kojom se mora računati. Starost, raznolikost izvedbi, parametri, kapaciteti, gorivo, stepen djelovanja i t. d. su karakteristike koje pojedinačno i u cjelovitosti mogu da služe kao mjerilo tehničko-ekonomskog kvaliteta kotlovskog sastava.

Na ovaj sastav usmjereni su u prvom redu napori u ciju racionalizacije potrošnje goriva. Uspješno djelovati u tom pravcu može se samo sistematskim mjerama, koje se osnivaju na detaljnom poznavanju i stalnom praćenju promjena i uplivisanjem u pravcu unapređenja postojećeg i smišljeno uvođenja novog kotlovskog sastava.

U tom cilju potrebno je posjedovati energetski i ekonomski orijentiranu evidenciju parnih kotlova, koja sadrži glavne elemente na temelju kojih se mogu donositi potrebni zaključci za sistematsko unapređenje sastava i usmjeravanje na što racionalnije korištenje ekonomsko povoljnih vrsta goriva, kao i za razvoj domaće industrije parnih kotlova.

Savezna industrijska komora, sektor za unapređenje proizvodnje, povjerila je u tom cilju izradu elaborata o sastavu parnih kotlova NRH Toplinskom odjelu Instituta za elektroprivredu. Ovaj elaborat izrađen je tokom 1957. i sadrži dva dijela i to: I. Statistički prikaz i II. Tehničko-ekonomsku analizu.

Inspektori parnih kotlova Ing. Slavko Jenik, Ing. Cvjetko Gurdulić i Ing. Ferdo Srdoč dali su dragocjenu pomoć u ostvarenju ovog zadatka.

Dajemo prikaz I. dijela ovog elaborata:

Sastav parnih kotlova NRH sa stanjem 1. I. 1956. god. dat je u tablici 1.

Tablica 1.

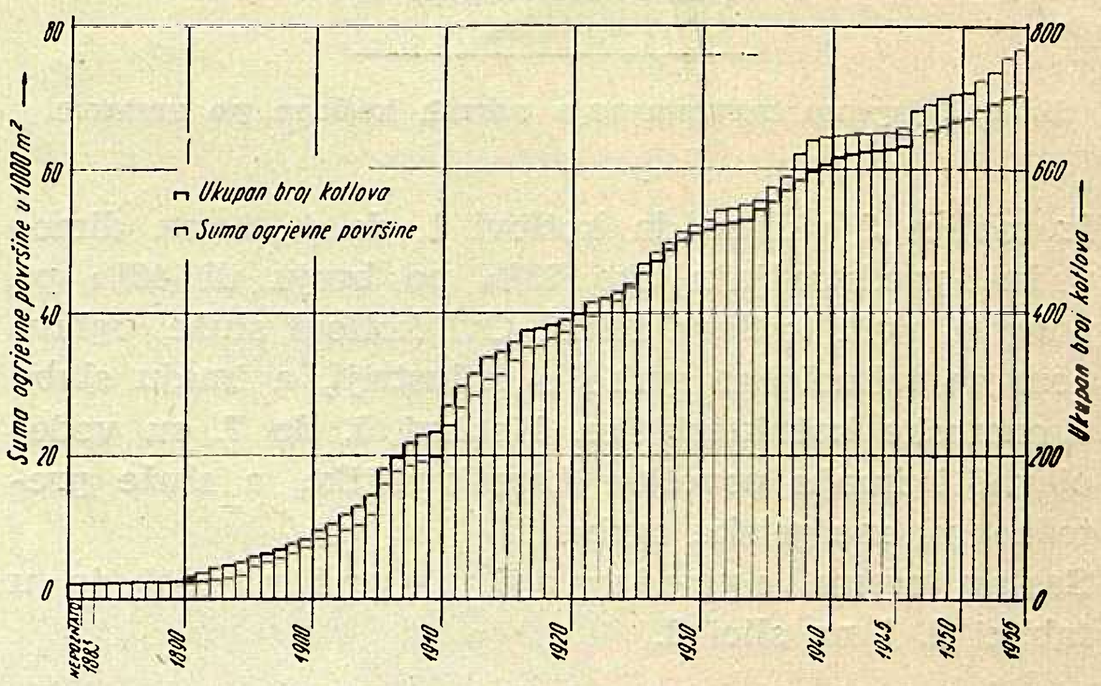
	Broj kotlova	Ukupna ogrjevna površina m²	Srednja ogrjevna površina m²	Napomena
Kotlovi do 20 m² ogrjevne površine	969	8385	8,65	Poljoprivredni radni lokomobili nisu uključeni
Kotlovi iznad 20 m² ogrjevne površine	698	76739	111	
Ukupno	1667	85124	—	

Kotlovi do 20 m² ogrjevne površine predstavljaju svega oko 10% ukupne ogrjevne površine NRH, a oko 5% ukupne proizvodnje pare. Zato smo ove kotlove u daljnjem razmatranju izostavili.

Sastav parnih kotlova po starosti (godine izgradnje) dat je u tablici 2. i na slici 1.

Tabela 2.

Godina izgradnje	Broj kotlova	Ukupna ogrjevna zovržina m²	Prosječna ogrjevna površina m²	% od ukuznog broja	% od ukuznog ogrjevne površine
nepoznata	20	1931	96,5	2,86	2,45
1883–1900	60	5190	86,5	8,59	6,8
1901–1910	154	12876	83,6	22,10	16,8
1911–1920	155	17377	111,8	22,20	22,55
1921–1930	119	14915	125	17,05	19,5
1931–1940	95	12059	126,8	13,61	15,7
1941–1945	20	1117	58,5	2,86	1,45
1946–1950	39	5378	138	5,58	7,05
1951–1955	36	5896	164	5,15	7.7
1883–1955	698	76739	111	100	100



Sl. 1. Prikaz porasta parnih kotlova u NRH po godinama izgradnje.

Iz tablice 2. slijedi da je prosječna starost kotlovskog sastava u NRH oko 35 godina (računato na osnovi broja kotlova), kao i da kotlova do 25 godina starosti ima:

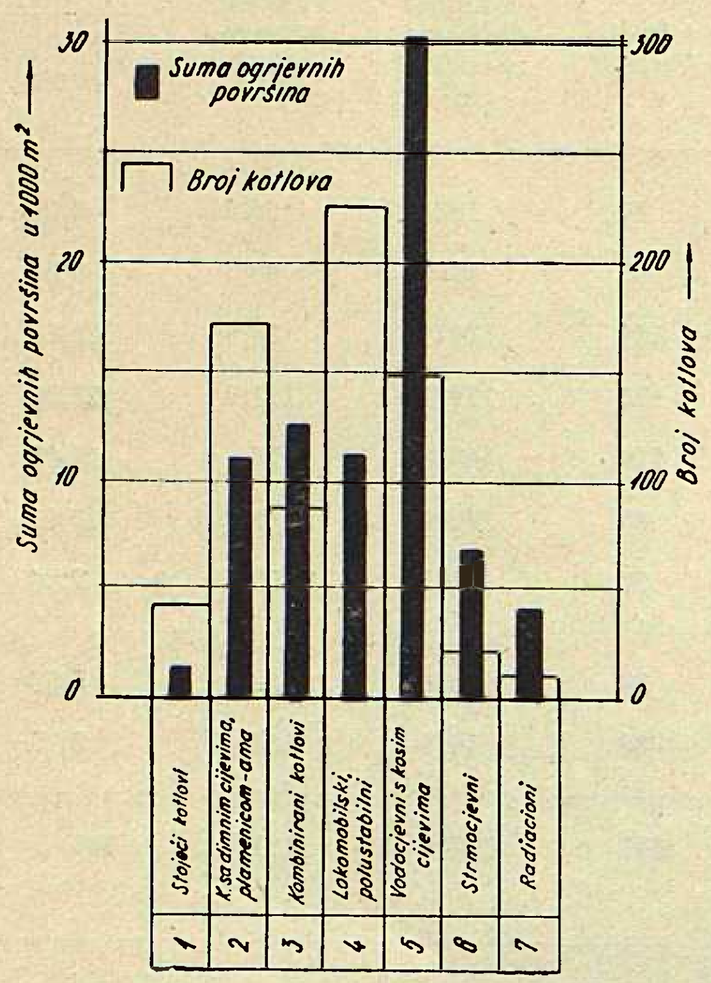
svega oko 27% po broju
ili ko 32% po ogrjevnoj površini.

Sastav po vrstama kotlova dat je u tablici 3. i slici 2.

Razvrstavanje po vrstama kotla

Tablica 3.

Broj	Vrsta kotla	Broj kotlova	Ukupna ogrjevna površina m²	Prosječnn ogrjevna površina m²	% od ukupnog broja	% od ukupnog ogrjevne površine
1.	Stojeći cilindrični kotlovi	43	1228	28,6	6,16	1,60
2.	Kotlovi sa dimnim cijev., plamenicom	170	10806	63,7	24,33	14,10
3.	Kombin. kotlovi	87	12502	144,0	12,50	16,30
4.	Lokomobilski, polustabilni	225	11201	49,8	32,21	14,60
5.	Kosocjevni kotlovi - vodocjevni	143	29825	208,4	20,50	38,90
6.	Strmocjevni kotlovi -- vodocjevni	22	7089	322,2	3,15	9,20
7.	Radijacioni kotlovi, - vodocjevni	8	4088	512,0	1,15	5,30
	Ukupno	698	76739	111,0	100,00	100,00



Sl. 2. Dijagram razvrstavanja parnih kotlova po vrstama.

Iz tablice 3 vidimo da kotlovi 1. do 4., t. zv. dimovodni, predstavljaju oko 75% po broju ili 46% po površini svih kotlova NRH. Ovi kotlovi služe, uglavnom za tehnološke svrhe u industriji, a imaju slabe ekonomske karakteristike. Kotlovi 5. do 7. su vodocjevni i imaju povoljne karatkeristike, a služe pretežno za energetske svrhe.

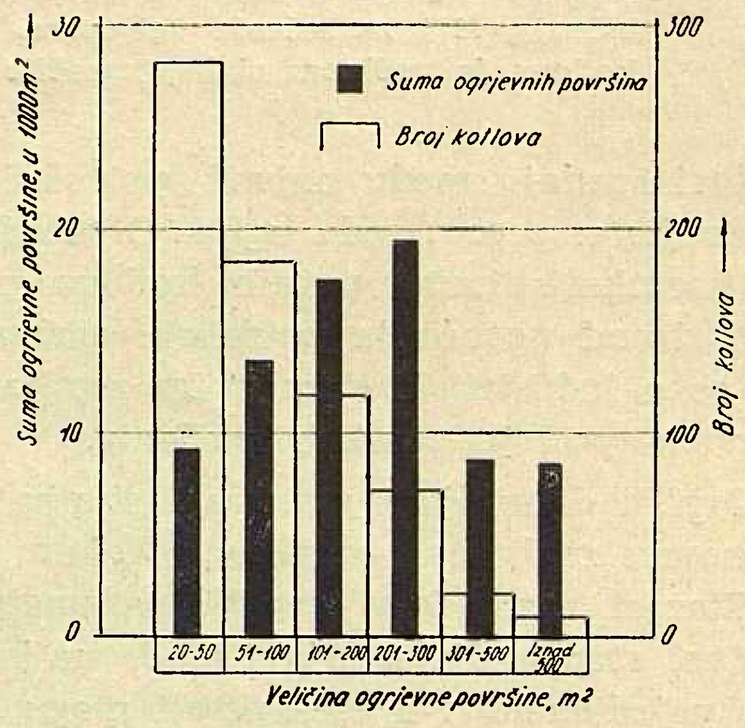
Sastav prema ogrejvnojj površini dat je u tablici 4. i na slici 3.

Razvrstavanje po veličini ogrjevne površine

Tablica 4.

Broj	Veličina ogrjevne površine	Broj kotlova	Ukupna ogrjevna površina m²	Prosječna ogrjevna površina m²	% od ukupnog broja	% od ukupnog ogrjevne površine
1.	20 do 50 m²	282	9422	33,4	40,34	12,26
2.	od 50 do 100 m²	185	13809	74,6	26,48	18,01
3.	od 100 do 200 m²	119	17716	149,0	17,05	23,12
4.	od 200 do 300 m²	77	19649	255,0	11,02	25,60
5.	od 300 do 500 m²	22	8087	367,0	3,15	10,52
6.	iznad 500 m²	13	8056	620,0	1,86	10,49
	Ukupno	698	76739	111,00	100,00	100,00

Iz ove tablice slijedi da su po broju najviše zastupani mali kotlovi od 20 do 50 m² i 50 do 100 m², i to sa 66,82%, a u odnosu na ukupnu ogrjevnu površinu najviše su u upotrebi kotlovi od 100 do 200 i od 200 do 300 m² ogrjevne površine, koji predstavljaju 48,72% ukupne ogrjevne površine NRH.



Sl. 3. Dijagram razvrstavanja kotlova po veličini ogrjevne površine.

Kotlova od 30 do 500 m² ogrjevne površine i iznad 500 m² ima svega 35 po broju, ali predstavljaju oko 21% cjelokupne ogrjevne površine kotlova NRH. Ovi posljednji su isključivo za energetske svrhe.

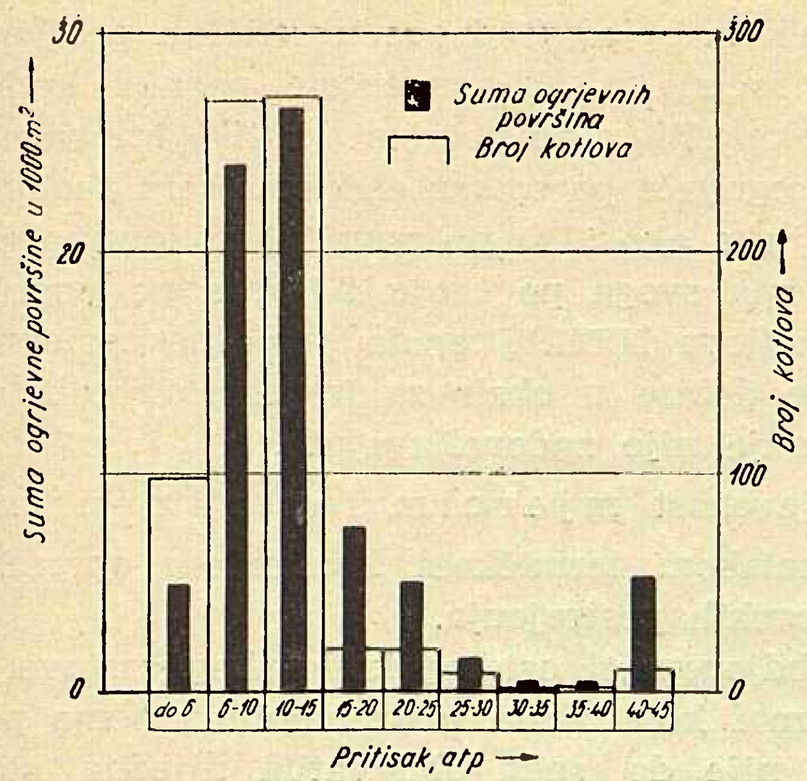
Ogrjevna površina nije kod svih kotlova mjerilo njenog kapaciteta proizvodnje pare. To važi posebno za kotlove navedene pod 5 i 6, a naročito pod 7 tablice 3. Sastav prema pritisku pare dat je u tablici 5 i slici 4.

Razvrstavanje po pritisku pare

Tablica 5.

Broj	Veličina tlaka	Broj kotlova	Ukupna ogrjevna površina m²	Proszešna ogrjevna površina m²	% od ukupnog broja	% od ukupnog ogrjevne površine
1.	do 6 atp	99	4812	48,6	14,18	6,27
2.	od 6 do 10 atp	267	23948	89,7	38,24	31,20
3.	od 10 do 15 atp	269	26484	98,4	38,53	34,50
4.	od 15 do 20 atp	20	7562	378,0	2,87	9,85
5.	od 20 do 25 atp	20	5284	264,2	2,87	6,90
6.	od 25 do 30 atp	7	1831	262,0	1,02	2,38
7.	od 30 do 35 atp	2	657	328,5	0,28	0,85
8.	od 35 do 40 atp	2	550	275,0	0,28	0,72
9.	od 40 do 45 atp	12	5611	467,0	1,73	7,33
	Ukupno	698	76739	111,0	100,00	100,00

Na prvi pogled vidimo da je sastav kotlova u NRH niskog pritiska, što je vrlo značajno s obzirom na ekonomičnost pogona. Ako eliminiramo nevažne kotlove do 6 atp pritiska, kojih ima po broju oko 14%, slijedi da se u upotrebi nalazi po broju oko 76%, a po ogrjevnoj površini oko 65% kotlova do 15 atp pritiska. Kotlova pritiska od 15 do 25 atp ima po broju oko 5,75%, po površini oko 16%.



Sl. 4. Dijagram razvrstavanja kotlova po pritisku pare.

Područje pritisaka od 25 do 40 atp je vrlo malo zastupano, svega oko 1,50%, odnosno 4%, što ukazuje na okolnost da je upliv novih savremenijih kotlova bio relativno malen. Gornja granica pritisaka u NRH je 45 atp. Ovo stanje je za današnji stepen razvoja, u gradnji toplinskih strojeva, nezadovoljavajuće, pogotovo ako se uzme u obzir da su kotlovi i za ovaj, za današnje prilike niski pritisak, vrlo slabo zastupani. Sastav koltova prema n a č i n u l o ž e n j a vidi se iz tablice 6 i slike 5.

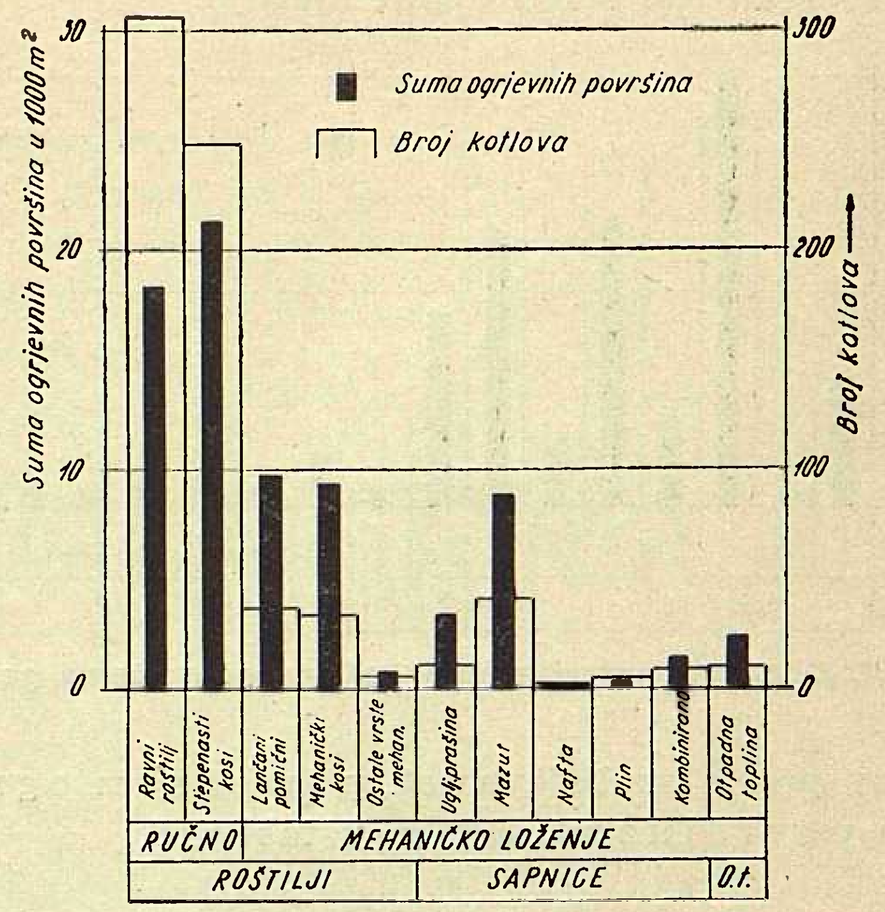
Razvrstavanje po načinu loženja Tablica 6.

Broj	Način loženja i vrsta roštilja	Broj kotlova	Ukupna ogrjevna površina m²	Prosečna ogrjevna površina m²	% od ukupnog broja	% od ukupnog ogrjevne površine
1.	Ručno: ravni roštilj	307	18290	59,6	43,97	23,80
2.	Ručno: stepenasti, kosi	247	21641	87,6	35,37	28,21
3.	Mehaničko: lančani, pomični	37	9281	251,0	5,32	12,12
4.	Mehaničko: mehanizirani kosi	31	7330	236,2	4,44	9,56
5.	Mehaničko: ostale vrste mehanizir.	5	862	172,0	0,72	1,13
6.	Sapnice: ugljena prašina	8	3392	424,0	1,14	4,43
7.	Sapnice: mazut	41	8960	218,2	5,89	11,66
8.	Sapnice: nafta	2	80	40,0	0,29	0,10
9.	Sapnice: plin	4	162	40,5	0,57	0,21
10.	Kombinirano	10	4464	446,4	1,43	5,82
11.	Otpadna toplina	6	2277	379,0	0,86	2,96
	U k u p n o	698	76739	111,0	100,00	100,00

Način loženja ovisi o sredstvima za spaljivanje goriva kojima su kotlovi snabdjeveni. Najstariji i najprimitivniji način je ručno loženje čvrstih goriva na roštiljima. Što je sredstvo za spaljivanje tehnički savršenije, to se postiže bolja ekonomija topline i mogućnost upotrebe lošijih vrsta goriva. Iz tablice 6 vidimo da je po broju 79%, a po površini 52%, svih kotlova u NRH građeno za ručno loženje (1, 2).

Mehaničko loženje na roštiljima posjeduje po broju oko 10%, a po površini oko 23% kotlova (3, 4 i 5).

Loženje pomoću sapnice za uštrcavanje ugljene prašine, tekućih i plinovitih goriva posjeduje po broju oko 8%, po površini oko 16% kotlova (6, 7, 8 i 9). Ovo su za sada najsavršenija sredstva kojima se postiže tehnički i ekonomski najbolji efekat.



Sl. 5. Dijagram razvrstavanja kotlova po načinu loženja.

Među kombinirani način loženja (10) spada loženje pomoću roštilja sa dodatnim loženjem pomoću sapnica, a služi u cilju forsiranja kotlova ili korištenja otpadnih plinova industrije.

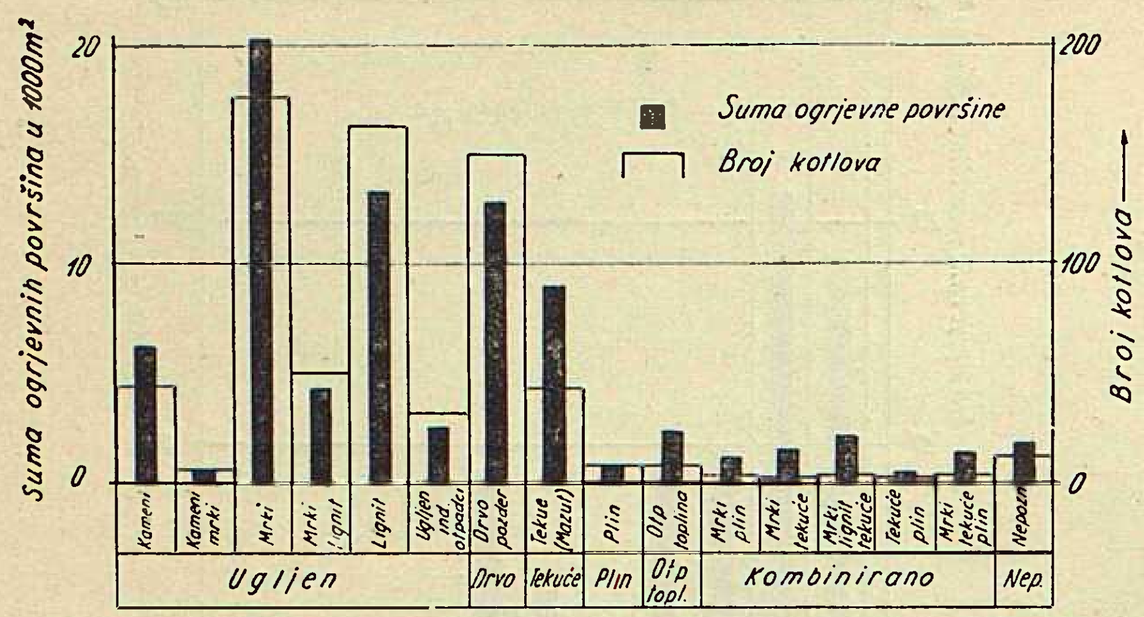
Otpadna toplina se uglavnom koristi u industriji cementa i to u skromnim razmjerima.

Sastav kotlova prema v r s t i g o r i v a vidi se iz tablice 7 i slike 6.

Razvrstavanje po vrstama goriva Tablica 7.

Broj	Vrsta goriva	Broj kotlova	Ukupna ogrjevna površina m²	Prosječna ogrjevna površina m²	% od ukupnog broja	% od ukupnog ogrjevne površine
1.	Kameni ugalj (Raša)	45	6077	134,8	6,44	7,94
2.	Kameni-mrki (mješavina)	5	176	35,2	0,71	0,23
3.	Mrki ugalj	177	20555	116,0	25,40	26,78
4.	Mrki-lignit (mješavina)	50	4132	82,7	7,16	5,36
5.	Lignit	161	13697	85,0	23,06	17,83
6.	Ugljen - industr. otpaci	34	2307	67,7	4,87	3,02
7.	Drvo, drveni i poljopr. otpaci	151	12897	85,3	21,62	16,80
8.	Tekuće gorivo	43	9040	210,2	6,15	11,79
9.	Plin	4	162	40,5	0,57	0,21
10.	Otpadna toplina	6	2277	379,0	0,86	2,97
11.	Mrki ugalj - plin (kombinirano)	2	560	280,0	0,29	0,73
12.	Mrki ugalj - tekuće gorivo (kombinir.)	1	700	700,0	0,14	0,92
13.	Mrki ugalj - lignit - tek. gor. (komb.)	3	2090	696,0	0,43	2,72
14.	Tekuće gorivo - - plin (kombinir.)	2	334	167,0	0,29	0,43
15.	Mrki ugalj - tek. gor - plin (kom.)	2	780	390,0	0,29	1,02
16.	Nepoznato	12	955	79,5	1,72	1,25
	U k u p n o	898	76739	111,0	100,00	100,00

Iz tablice slijedi da se u NRH troši ugalj u 58% kotlova po površini. Od toga otpada na mrki ugalj 26,78% po ogrjevnoj površini svih kotlova. Lignit je na drugom mjestu sa 17,83%, te drvo i poljoprivredni otpaci sa 16,8% i tekuće gorivo sa 11,79%. Ostala goriva se relativno slabo upotrebljavaju.



Sl. 6. Dijagram razvrstavanja kotlova po vrstama goriva.

Sastav prema snabdjevenosti pomoćnim ogrjevnim površinama dat je u tablici 8.

Razvrstavanje s obzirom na pomoćne ogrjevne površine Tabela 8.

Broj	Vrsta pomoćnih ogrjevnih površina	Broj	Ukupna ogrjevna površina m²	Prosješna ogrjevna površina m²	% od ukupnog broja	% od ukupnog ogrjevne dovršine
1.	Sa pregrijačem pare	333	45072	136,5	47,75	58,80
2.	Sa ekonomajzerom	213	33995	159,2	30,50	44,30
3.	Sa zagrijačem zraka	19	7426	391,0	2,72	9,70
4.	Nepoznato	37	3371	91,0	5,30	4,40

Ova tablica svjedoči da se u NRH u prošlosti malo vodilo računa o ekonomičnosti parnih kotlova. Po broju oko 52%, a po površini ok 41% ktlova ne posjeduje pregrijače pare; bez ekonomajzera radi oko 64% po broju, a oko 51% po površini kotlova, a zagrijače zraka ima svega po broju 2,7%, a po površini oko 9,7% kotlova NRH. Premda pomoćne ogrjevne površine ne dolaze u obzir za izvjesne izvedbe kotlova, ovo stanje nije zadovoljavajuće.

Snabdjevenost mjernim instrumentima:

Automatskom termičkom komandom opremljeno je 9 kotlovskih postrojenja.

O snabdjevenosti ostalog kotlovskog sastava u NRH mjernim i kontrolnim instrumentima nema podataka, jer to nije do sada obuhvatila nijedna statistička služba, a anketiranje nije još provedeno.

Na temelju iskustava i opažanja procijenili smo snabdjevenost instrumentima, koji služe za kontrolu ekonomičnosti, kako slijedi:

Snabdjevenost u % od ukupne ogrjevne povrišne:

Vage za gorivo (mjerač količine goriva)	20%
Mjerač protoka: vode, pare	15%
Mjerač dimnih plinova	12%
Mjerač promaje	12%

Jedan dio instrumenata ne daje pouzdane podatke, jer nisu ispitani. Velik broj instrumenata je radi trošnosti i nedovoljnog održavanja u neispravnom stanju.

Sastav parnih kotlova po primjeni (granama industrije) dat je u tablici 9. i slici 7.

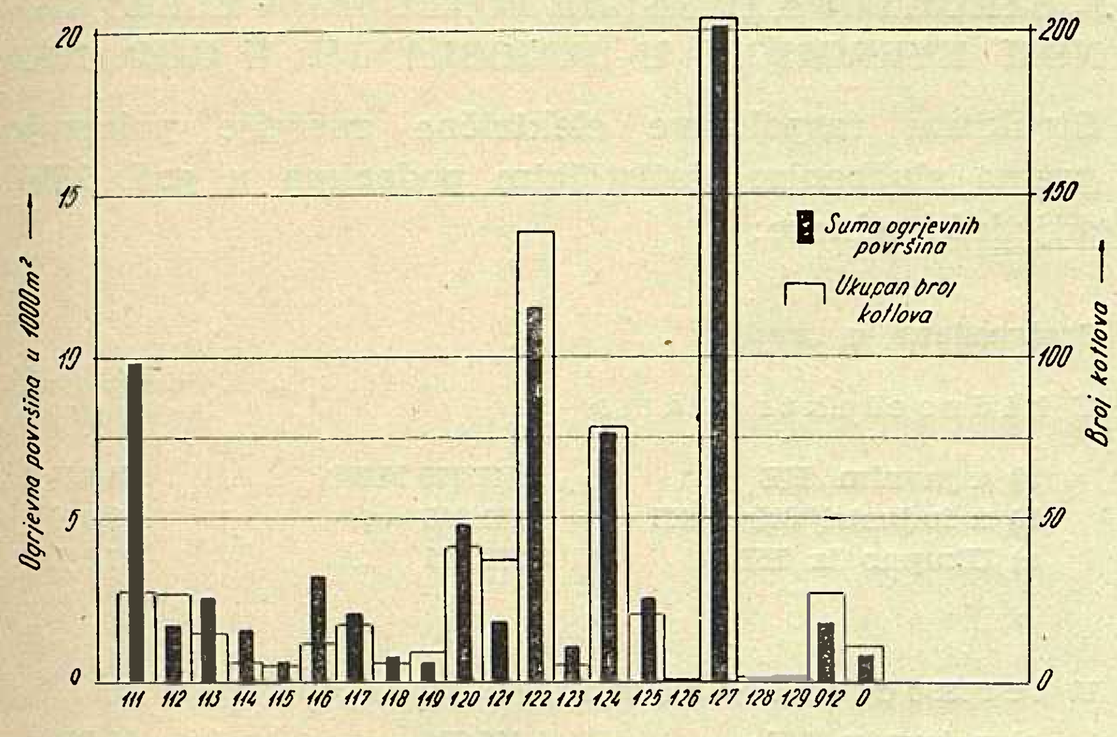
Iz ove tablice slijedi da je grana 127, t. j. prehrambena industrija najjače zastupana po broju i po ukupnoj ogrjevnoj površini kotlova NRH, i to sa 29,62%. Kao slijedeća grana, po učešću u kotlovskom sastavu, je grana 122, t. j. drvna industrija zastupana sa

Razvrstavanje po granama industrije Tablica 9.

Broj	Grana industrije	Šifra	Broj kotlova	Ukupna ogrjevna površina m²	Prosječna ogrjevna površina m²	% od ukupnog broja	% od ukupnog ogrjevne površine
1.	Proizvodnja i raspodjela električne energije	111	28	9850	350	4,00	12,85
2.	Proizvodnja i prerada uglja	112	27	1783	66	3,86	2,33
3.	Proizvodnja i prerada nafte	113	15	2521	168	2,15	3,29
4.	Crna metalurgija	114	6	1674	280	0,86	2,18
5.	Metalurgija raznobojnih metala	115	5	575	115	0,72	0,75
6.	Proizvodnja i prerada nemetalnih ruda	116	13	3473	266	1,86	4,53
7.	Industrija i prerada metala	117	15	2001	133	2,15	2,61
8.	Brodogradnja	118	6	832	138	0,86	1,08
9.	Elektroindustrija	119	8	747	93	1,15	0,98
10.	Kemijska industrija	120	43	4984	115	6,17	6,49
11.	Industrija građevinskog materijala	121	38	1988	52	5,44	2,59
12.	Drvna industrija	122	138	11252	81	19,72	14,66
13.	Industrija papira	123	5	1175	235	0,72	1,53
14.	Tekstilna industrija	124	78	7738	99	11,18	10,08
15.	Industrija kože i obuće	125	21	2713	129	3,01	3,53
16.	Industrija gume	126	—	—	—	—	—
17.	Prehrambena industrija	127	207	20398	98	29,62	26,58
18.	Grafička industrija	128	1	25	25	0,14	0,03
19.	Industrija duhana	129	3	210	78	0,43	0,27
20.	Zdravstvene ustanove, kazneno popravni zavodi	912	28	1982	71	4,10	2,58
21.	Ostalo	—	13	818	63	1,86	1,06
	Ukupno		698	76739	110,0	100,0	100,00

19,72%, odnosno 14,66%. Tek na trećem mjestu se nalazi grana 111, t. j. proizvodnja električne energije sa 4%, odnosno 12,85%. U toj grani obuhvaćeni su samo kotlovi javnih termocentrala, dok su kotlovi industrijskih termoecntrala uključeni u pripadajuću granu industrije. Nakon toga dolazi tekstilna industrija i t. d. Kotlovi mogu da služe u industriji za proizvodnju pare:

a) za enegetske svrhe (t. j. proizvodnju električne ili mehaničke energije) ili
b) za tehnološke i ogrjevne svrhe (t. j. grijanje, kuhanje, sušenje i t. d.) ili
c) kombinirano za energetske i tehnološke svrhe.



Sl. 7. Dijagram razvrstavanja kotlova po granama industrije.

Primjene prema a) i c) možemo spojiti, jer su pretežno i u procesu povezane (strojevi sa oduzimanjem ili protutlakom), tako da raspodjelu kotlova možemo vršiti u kotlove za energetske i kotlove za tehnološke svrhe. Prema procjeni koja slijedi iz tablice 9 (uzevši u obzir granu 111 i djelomično grane: 113, 114, 117, 120, 123, 124, 125 i 127) smatramo da po broju oko 15%, a po ogrjevnoj površini oko 28% kotlova u NRH služe za energetske svrhe prema primjeni a) i c). Točno se to ne da odrediti, jer se tehnološka para često u kombiniranim pogonima crpi i preko redukcionih stanica bez prethodnog korištenja u energetske svrhe. (Rafinerije, željezare, kemijska industrija i t. d.).

Broj instaliranih kotlova po jednom korisniku

Raspodjelu kotlova po jednom korisniku, t. j. po kotlovnici (ili kotlovnicama) jednog poduzeća dajemo u tablici 10.

Vidimo da najveći broj kotlovnica u NRH posjeduje po 1, odnosno po 2 kotlovske jedinice.

Sastav parnih kotlova po porijeklu

Da bismo mogli što bolje upoznati kotlove NRH razvrstali smo ih i po porijeklu, t. j. po zemljama u kojima su proizvedeni.

Tablica 10.

Broj kotlova po korisniku	Broj korisnika	Od ukupnog broja kotlova %
1	229	32,8
2	103	29,5
3	30	12,9
4	14	8,03
5	7	5,04
6	2	1,72
7	1	1
8	1	1,14
10	1	1,43
13	1	1,86
15	1	2,15
17	1	2,43
Ukupno	391	100,00

Tablica 11 pokazuje osnovne karakteristike kotlova po porijeklu.

Razvrstavanje po porijeklu

Tablica 11.

Broj	Proizvođači po državama	Broj kotlova	Ukupna ogrjevna površina m²	Prosječna ogrjevna površina m²	% od ukupnog broja	% od ukupnog ogrjevne površine
1.	Njemačka	214	16798	78,5	30,8	22
2.	Mađarska	160	17699	110,6	22,8	23
3.	ČSR	146	23812	163	21	31
4.	Jugoslavija	71	6469	91,2	10,3	8,5
5.	Austrija	47	4189	89,2	6,7	5,5
6.	Italija	24	3326	138,6	3,7	4,3
7.	Engleska	7	821	118,4	1	1,07
8.	Amerika	5	1297	259,6	0,7	1,7
9.	Belgija	2	170	85	—	—
10.	Francuska	1	21	21,0	—	—
11.	Nepoznato	21	2132	101,6	3	2,83

Vidimo da su po broju kotlova Njemačka sa 30,8%, a po ogrjevnoj površini Čehoslovačka sa 31% najviše zastupane. Mađarska sa 23% osejtno učestvuje u kotlovskom sastavu NRH.

Domaća industrija kotlova, koja postoji oko 25 godina učestvuje relativno malo, t. j. sa 10,3%, odnosno 8,5%, sa prosjekom ispod 100 m² ogrjevne površine. (Novi kotao »Đuro Đaković« u Sisku nije uključen; sa ovim kotlom povisuje se učešće po ogrjevnoj površini na oko 10%).

Ovaj kratki prikaz daje uvid u osnovne tehničke karakteristike sastava parnih kotlova u NRH. U jednom od narednih brojeva dat ćemo ekonomsku analizu sa osvrtom i prijedlozima, za unapređenje toplinskog gospodarstva pri eksploataciji parnih kotlova.

ENERGETSKA EKONOMIČNOST OPSKRBE POTROŠAČA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM U JUGOSLAVIJI

Ing. Božidar Filipović, Institut za elektroprivredu, Zagreb 621.311:621.9.003(497.1)

Prikazan je postupak iznalaženja stupnja energetske ekonomičnosti opskrbe potrošača električnom energijom u Jugoslaviji. Na temelju statističkih podataka za god. 1956. o proizvodnji u hidro- i termoelektranama, o uvozu i potrošnji električne energije te utrošenim količinama goriva termoelektrana, izračunata je prosječna i grupna okvirna ekonomičnost opskrbe. Analitičkom metodom pokušano je izvršiti eliminiranje netočnosti i kvalitativnih razlika u podacima o utrošku goriva termoelektrana i provesti korekciju rezultata okvirne ekonomičnosti. Upoređen je korigirani utrošak topline termoelektrana naše zemlje sa evropskim prosjecima kroz nekoliko godina.

1. UVODNA RAZMATRANJA

Kod opskrbe potrošača električnom energijom širih konzumnih područja uvode se u energetski tok pretežnim dijelom energije sadržane u primarnim energetskim izvorima, a djelomično i one sadržane u otpadnim industrijskim plinovima, odnosno dovedene iz drugih susjednih energetskih područja.

Za odnose u našoj zemlji, promatrane kao jedno jedinstveno elektroenergetsko područje, nosioci energije, odnosno energetski potencijali koji ulaze u energetski tok, jesu: vodna snaga, ugljen, nafta i mazut, industrijski otpadni plinovi, drvo i iz inostranstva uvezena električna energija.

Za proračun okvirnog stupnja ekonomičnosti odabrane su za pojedine toplinske nosioce, odnosno za vodnu snagu i uvezenu električnu energiju, jedinične toplinske vrijednosti, kako slijedi, i to za energiju:

vodne snage –	5000 kcal/kWh
kamenog ugljena –	6500 kcal/kg
mrkog ugljena –	4000 kcal/kg
lignita –	2400 kcal/kg
nafte i mazuta –	10000 kcal/kg
plina koksara –	4200 kcal/m³
grotelnog plina –	1000 kacl/m³
plina cement. peći –	800 kcal/m³
drvenog goriva –	3000 kcal/kg
uvezene električne energije –	860 kcal/kWh

Ukupni prosječni okvirni stupanj djelovanja pretvorbe energije kod opskrbe potrošača u promatranom godišnjem vremenskom periodu određen je prema formuli

$$\eta = \frac{86\, W_p}{E}\ (^0/_0)$$

gdje je W = energija predana potrošačima, E = primarna energija.

Osim ukupnog stupnja djelovanja karakteristični su za opskrbu potrošača dioni stupnjevi djelovanja na pragu elektrana i na pragu prijenosa, specificirani po pojedinim grupama potrošača. Do ovih se veličina najpodesnije dolazi detaljnom analizom energetskih odnosa za promatrani vremenski period. U ovom članku pokušano je izračunati za Jugoslaviju uz ukupni stepen djelovanja i pojedinačne stepene po grupama potrošača. Kao temelj uzeti su odnosi iz godine 1956. za koju godinu je bilo moguće prikupiti potrebne osnovne podatke.

2. STRUKTURA OPSKRBE POTROŠAČA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM U JUGOSLAVIJI U GOD. 1956.

Struktura raspoložive električne energije pokazuje prema službenim statističkim podacima u god. 1956. slijedeće odnose:

Proizvedeno u zemlji			Udio u ukupnoj proizvodnji
U hidroelektranama			
a) u javnim HE	2,717.779	MWh	54,0%
b) u industrijskim HE	151.246	,,	3,0%
c) Ukupno iz HE	2,869.025	,,	57,0%
U termoelektranama			
a) u javnim TE	1,463.374	,,	29,0%
b) u industrijskim TE	714.103	,,	14,0%
c) Ukupno TE	2,177.477	,,	43,0%
Ukupna proizvodnja	5,046.502	,,	100,0%
Uvoz iz inozemstva	837	,,	
Sveukupna energija	5,047.339	,,	

Struktura potrošnje električne energije u istoj godini iskazana po grupama potrošača i po granama industrije uključivo izvoz u inostranstvo prikazana je u tabeli 1.

Struktura potrošnje električne energije u Jugoslaviji 1956. godine Tabela 1.

Kategorije i grupe potrošača	Potrošnja u MWh	Udio u potrošnji kategorije %	Udio u ukupnoj potrošnji %
Malopotrošači na niskom naponu			
a) domaćinstva	643.106	64,23	15,28
b) rasvjeta poslovnih prostorija	185.332	18,51	4,40
c) motori i aparati	128.437	12,83	3,05
d) javna rasvjeta	44.346	4,43	1,05
Ukupno	1,001.221	100,00%	23,78
Velepotrošači na srednjem naponu			
a) javni vodovodi	81.499	6,52	1,94
b) gradski elektr. saobr.	37.414	2,99	0,89
c) tekstilna industrija	201.710	16,13	4,79
d) industrija papira	161.655	12,93	3,84
e) prehramb. industr.	132.394	10,59	3,15
f) razna manja industr.	635.852	50,84	15,10
Ukupno	1,250.524	100,00%	29,71

Kategorije i grupe potrošača	Potrošnja u MWh	Udio u potrošnji kategorije %	Udio u ukupnoj potrošnji %
Velepotrošači na visokom naponu			
a) rudnici ugljena	277.574	25,93	6,60
b) ostali rudnici	205.703	19,21	4,89
c) proizvodnja cementa	147.510	13,78	3,50
d) metalurgija i metal. industrija	417.777	39,02	9,93
e) električne željeznice	22.095	2,06	0,53
Ukupno	1,070.659	100,00%	25,45
Specijalni velepotrošači na najvišem naponu			
a) specijalni velepotrošači (elektrokemija, elektrometalurgija i elektrotoplina)	816.849	92,10	19,41
b) izvoz	69.087	7,90	1,65
Ukupno	885.936	100,00%	21,06
Sveukupna potrošnja	4,208.340		100,00%

Iz prednjeg sastava proizlazi da od ukupne potrošnje od 4,208.340 MWh otpada na izvoz 69.087 MWh, a za potrebe u zemlji ostaje 4,139.253 MWh. Od toga otpada 2,997.024 MWh ili 72,5% na industriju i druge velepotrošače, 1,001.221 MWh ili 24,2% na malopotrošače, 118.913 ili 2,8% na uže komunalne potrebe, a 22.095 MWh ili 0,5% na željezničku vuču.

3. OKVIRNA ENERGETSKA BILANCA OPSKRBE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM

Za prikaz energetske bilance prema energetskim izvorima potrebno je sprovesti i svrsishodnu raspodjelu gubitaka prijenosa, razvoda i raspodjele od mjesta proizvodnje do mjesta predaje energije potrošaču. Za ovu okvirnu raspodjelu pretpostavljeno je da je kod industrijskih elektrana mjesto predaje energije potrošnji prag elektrana i da električna energija iz tih elektrana služi potrebama industrije. Za potrošnju za potrebe elektrokemije i elektrometalurgije pretpostavlja se, da se ona iz javnih elektrana predaje na najvišem naponu i to iz hidroelektrana.

Energija javnih termoelektrana ulazi manjim dijelom u prijenos s najvišim naponom, dok se pretežni dio u njima proizvedene energije razvodi srednjim naponom. Potreba elektrometalurgije i elektrokemije tek je djelomično pokrivena iz vlastitih industrijskih elektrana i to samo sa 113.380 MWh mjerena na pragu elektrana, dok je znatan dio potreba tih grana industrije sa 703.469 MWh pokriven iz javnih hidroelektrana. Izvoz energije pretpostavljen je da se u cijelosti pokriva iz javnih hidroelektrana.

Uz prednje je pretpostavke sastavljena okvirna energetska bilanca opskrbe potrošača električnom energijom raščlanjena na hidroelektro i termoelektro energiju kako to pokazuje naredna tabela 2.

Ocjena vlastitih potrošaka kao i transformacije u samim elektranama, te gubitaka u prijenosu, razvodu i distribuciji također je vidljiva iz iste tabele.

U cilju raspodjele potrošnje iskazane po grupama potrošača, na energiju proizvedenu u hidroelektranama

Okvirna energetska bilanca opskrbe električnom energijom prema vrstama izvora za god. 1956. Tabela 2.

Oznaka i količina energije	Hidroenergija		Termoenergija		Ukupno	
	%	MWh	%	MWh	%	MWh
Industrijske elektrane						
Proizvodnja	100	2.269	9,95	71.149	8,5	73.418
Vlastiti potrošak	1,5	151.246	100,0	714.103	100,0	865.349
Prag elektrana	98,5	148.977	90,05	642,954	91,5	791.931
Od toga preuzima						
Elektrokemija i elektrometalurgija		93.070		20.310		113.380
Ostala industrija		55.907		622.644		678.551
Javne elektrane						
Proizvodnja	100,0	2,717.779	100,00	1,463.374	100,00	4,181.153
Vlastiti potrošak	1,5	40.787	7,45	108.630	3,55	149.417
Sabirnice elektrane	98,5	2,676.992	92,55	1,354.744	96,45	4,031.736
Gubici transformacije u elektranama	2,0	53.138	0,50	6.774	1,50	59.912
Prag elektrana	96,5	2,623.854	92,05	1,347.970	94,95	3,971.824
Prijenos						
Predaja specijalnim potrošačima		772.556		—		772.556
Gubici u prijenosu kod spec. potrošača	2	15.965		—		15.965
Ostaje za ostalo		1,835.333		1,347.970		3,183.303
Gubici u prijenosu za ostalo	3	55.544	1,0	13.480		69.024
Ostaje za razvod		1,779.789		1,334.490		3,114.279
Gubici razvoda i distribucije	15,2	269.279	15,2	201.984	15,2	471.263
Predaja ostalim potrošačima		1,510.510		1,132.506		2,643.016
Sveukupno predano iz javnih elektrana		2,283.066		1,132.506		3,415.572
Predano potrošačima iz proizvodnje u zemlji		2,432.043		1,775.460		4,207.503
Predano potrošačima iz uvoza						837
Ukupno potrošači						4,208.340

i termoelektranama, pretpostavlja se nadalje, da u razvod i distribuciju za potrebe pojedinih grupa potrošača uvedena električna energija potječe podjednako iz obe vrste energetskih izvora. Na osnovu rezultata okvirne energetske bilance, te prednje pretpostavke, prikazana je struktura potrošnje električne energije u Jugoslaviji za god. 1956. raspodijeljena na hidro- i termoelektroenergiju u narednoj tabeli 3.

Potrošnja električne energije Jugoslavije u 1956. god. raspodijeljena prema vrstama izvora Tabela 3.

Karakter izvora i grupa potrošnje	Sveukupna potrošnja MWh	Aproksimativna raspodjela potrošnje MWh	
		na hidro-elektro-energiju	na termo-elektro-energiju
Specijalni velepotrošači			
Opskrba iz industrijskih elektrana	113.380	93.070	20.310
Opskrba iz javne mreže	703.469	703.469	—
Ukupno specijalni potrošači	816.849	796.539	20.310
Industrijska i analogna opća velepotrošnja			
Opskrba iz industrijskih elektrana	678.551	55.907	622.644
Ostala potrošnja i saldo izvoza iz javne mreže	2,712.103 (100%)	1,579.597 (58,5%)	1,132.506 (41,5%)
Od toga otpada na Industriju i analognu opću velepotrošnju, pa prema tome	1,501.624	881.000	620.624
Ukupno industrija i analogna opća velepotrošnja	2,180.175	936.907	1,243.268
Električna željez. vuča	22.095	12.900	9.195
Javna komunal. potrošnja (voda + elektrika)	118.913	69.503	49.410
Ukupno malopotrošnja	1,001.221	547.944	453.277
Izvoz (saldo)	68.250	68.250	—
Sveukupna potrošnja	4,207.503	2,432.043	1,775.460

4. UKUPNI PRIMARNI ENERGETSKI PRIVOD

Ukupni toplinsko-energetski privod za pretvorbu u električnu energiju za god. 1956. proračunat je u pogledu termoenergije na temelju službenih statističkih podataka o utrošku goriva u termoelektranama. Primjenjujući uvodno navedene kaloričke vrijednosti pojedinih vrsta goriva (vidi jednadžbu br. 1) dobiva se slijedeći utrošak topline u termoelektranama:

Primarno proizvedena toplina u termoelektranama Jugoslavije u god. 1956. Tabela 4.

Vrst goriva	Količina utrošenog goriva	Jedinična kalorična vrijednost u kcal	Ukupno utrošak topline u 10^6 kcal
Kameni ugljen	74.959 t	6.500	487.234
Mrki ugljen	1,759.915 t	4.000	7,039.660
Lignit	2,110.223 t	2.400	5,164.535
Tekuće gorivo	14.420 t	10.000	114.200
Mazut	30.302 t	10.000	303.020
Drvo	39.920 t	3.000	119.570
Ukupno	4,029.239 t	3.280	13,158.219
Plin koksara	15.211 m³	4.200	63.886
Zasipni plin	172.000 m³	1.000	172.000
Otpadni plin cement.	105.000 m³	800	84.000
Ukupno plinovito gorivo	292.211 m³	1.100	319.886
Sveukupno gorivo			13,478.105

Od ove ukupno primarno u proces pretvorbe uvedene energije otpada

na javne termoelektrane $9{,}040.860 \times 10^6$ kcal
na industrijske termoelektrane $4{,}437.245 \times 10^6$ kcal

Toplinski ekvivalent u hidroelektranama proizvedene električne energije od 2.869.025 MWh iznosi uz jedinični ekvivalent od 5000 kcal po jednom kilovatsatu, mjereno na stezaljkama generatora, ukupno $14.435.200 \times 10^6$ kcal.

Toplinski ekvivalent iz inostranstva uvezene električne energije, iako je bio u promatranoj godini kod 837 MWh neznatan, ipak se potpunosti radi uvodi u energetsku bilancu. On iznosi uz jedinični ekvivalent od 860 kcal/kWh svega 720×10^6 kcal.

Ukupni primarni energetski privod po osnovnim vrstama proizvodnje i izvora prikazan je u narednoj tabeli 5.

Ukupni toplinski ekvivalent primarno u opskrbu potrošača električnom energijom uvedenog energetskog privoda u Jugoslaviji u god. 1956. Tabela 5.

Karakter elektrana i vrst pretvorene elektr. energije	Količina pretvorene el. energije MWh	Toplinski ekvivalent primarnog privoda	
		u 10^6 kcal	kcal/kwh
1. Uvoz električne energije	837	720	860
2. Proizvodnja električne energije			
a) Hidroelektrane			
Javne elektrane	2,717.779	13,588.900	5.000
Industrijske elektrane	151.246	756.300	5.000
Ukupno hidroelektrane	2,869.025	14,345.200	5.000
b) Termoelektrane			
Javne elektrane	1,463.374	9,040.860	6.180
Industrijske elektrane	714.103	4,437.245	6.215
Ukupno termoelektrane	2,177.477	13,478.105	6.190
b) Ukupna prozv. u zemlji	5,046.502	27,823.305	5.513
3. Ukupna raspoloživa energija	5,047.339	27,824.025	5.513

5. STUPNJEVI EKONOMIČNOSTI OPSKRBE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM

Iz prednje tabele proizlazi da prosječni okvirni stupanj djelovanja pretvorbe u električnu energiju u Jugoslaviji u god. 1956. iznosi, računat na stezaljkama generatora u elektranama, odnosno na mjestu mjerenja uvezene električne energije.

$$\eta_G = \frac{86 \times 5{,}047.339}{27{,}824.025} = 15{,}5\ (\%).$$

Okvirni stupanj djelovanja na stezaljkama generatora u javnim termoelektranama iznosi 13,95%, a onaj u industrijskim termoelektranama 13,85%, dok prosječni stupanj djelovanja u termoelektranama iznosi 13,90%.

Analogno dobivamo za:

ukupni stupanj djelovanja sveden na prag elektrana

$$\eta_E = \frac{86 \times 4{,}763.755}{27{,}723.025} = 14{,}7\ (\%)$$

U termoelektranama stupanj djelovanja na pragu iznosi

$$\eta_T = \frac{86 \times 1{,}997.798}{13{,}478.105} = 12{,}7\ (\%).$$

Ukupni okvirni stepen djelovanja opskrbe potrošača električnom energijom u Jugoslaviji za god. 1956. iznosi

$$\eta_U = \frac{86 \times 4{,}208.340}{27{,}824.025} = 13\ (\%).$$

Iznalaženje stepena djelovanja opskrbe potrošača električnom energijom prema kategorijama, odnosno grupama potrošača iziskuje raščlanjenje gubitaka u prijenosu i distribuciji električne energije prema mjestima predaje.

U svrhu predmetnih razmatranja pretpostavljeno je: da se predaja električne energije potrošačima vrši na pet slijedećih mjesta predaje i to:

a) na najvišem naponu (110 kV) za specijalnu velepotrošnju

b) na visokom naponu (30 kV) za potrošnju u metalurgiji, rudarstvu, proizvodnji cementa i za električnu željezničku vuču

c) na srednjem naponu (10 kV) za ostale potrošače opće velepotrošnje

d) na niskom naponu za potrošnju malopotrošača

e) na pragu industrijskih elektrana za izravnu industrijsku potrošnju.

Pretpostavljajući prema ocjeni raspodjelu gubitaka električne energije u prijenosu i razvodu sa prosječno 25% za razvod niskim naponom, sa 15% za razvod srednjim naponom, sa 11% za prijenos visokim naponom i konačno 3% za prijenos najvišeg napona, dolazimo do elektroenergetske i toplinoenergetske bilance prema tabeli 6.

6. DIJAGRAM TOPLINSKE BILANCE JUGOSLAVIJE

Od interesa je grafički prikaz energetske bilance opskrbe potrošača električnom energijom.

Struktura industrijske potrošnje razrađena je analitički na temelju podataka Državnog statističkog zavoda i podataka Elektroprivrednih zajednica i poduzeća. Konačni rezultati označeni u MWh-ima i kcal-ma prikazani su na tabeli 7.

Električna i toplinska bilanca opskrbe potrošača električnom energijom razvrstana po grupama i kategorijama potrošnje

Tabela 6.

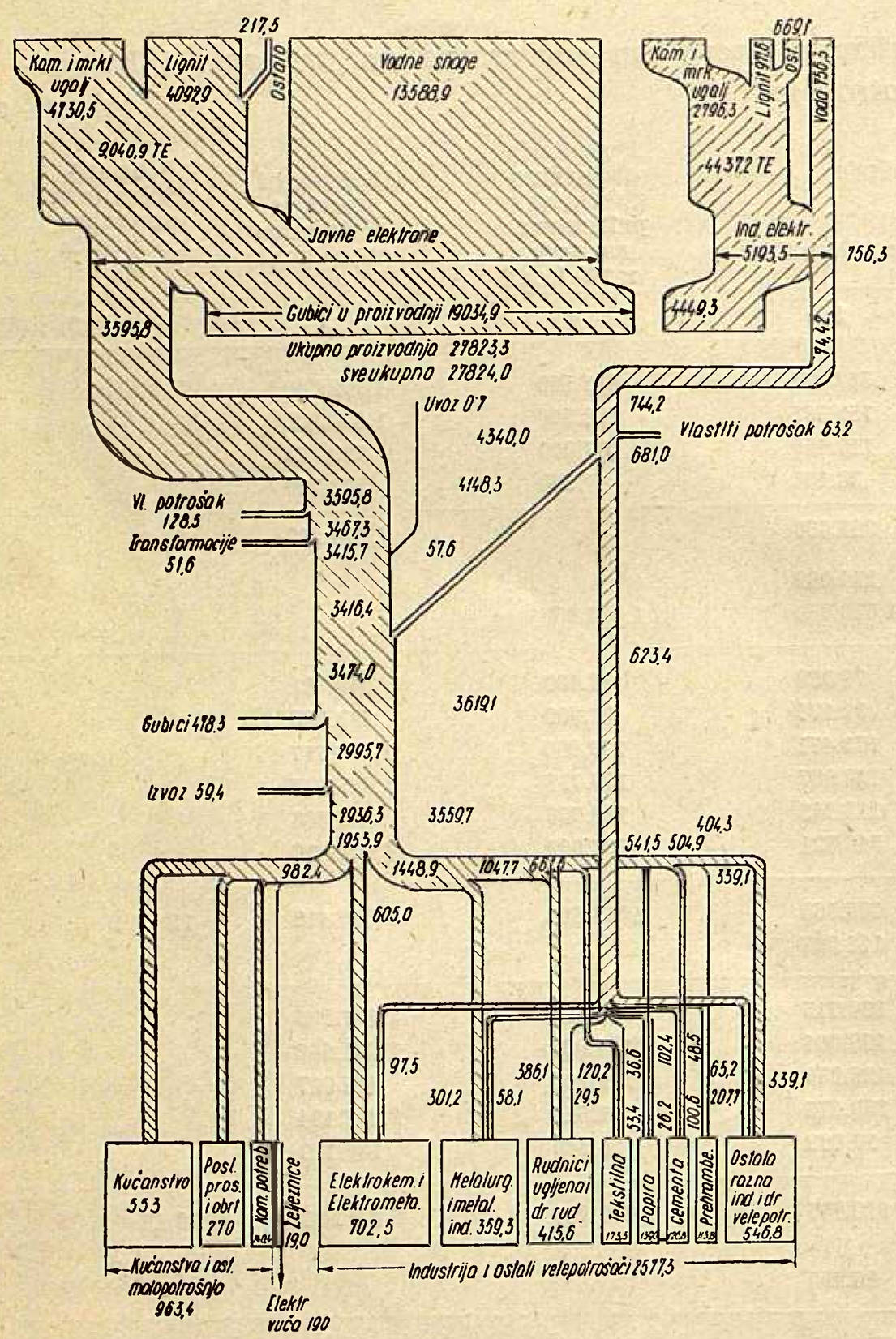
Kategorija i grupe potrošnje	Količina potrošnje MWh	Količina potrošnje x 10^6 kcal	Potrošnja uključivo gubitaka u prijenosu i razvodu x 10^6 kcal	Primarni uvod u elektranu x 10^6 kcal	Stupanj djelovanja opskrbe potrošača %
1	2	3	4	5	6 = 100 (3) : (5)
Kućanstva	643.106	553.071	692.500	4,702.260	
Rasvjeta poslovnih prostorija	185.332	159.385	198.500	1,343.900	
Motori i aparati	128.437	110.459	137.000	929.323	
Javna rasvjeta	44.346	38.138	47.550	322.709	
Uukupno malopotrošači	1,001.221	861.050		7,298.242	11,8
Gubici razvoda niskog napona (25%)	249.280	214.000			
Ukupno sa gubicima	1,250.501	1,070.050	1,075.050		
Javni vodovod	81.499	70.089	80.400	545.381	
Gradski električni saobraćaj	37.414	32.176	31.900	217.028	
Tekstilna industrija	201.710	173.471	199.000	1,352.217	
Industrija papira	161.655	138.937	159.717	1,085.137	
Prehrambena industrija	132.394	113.859	130.700	887.586	
Razna druga industrija	635.852	546.831	637.903	4,329.418	
Ukupno industrija	1,250.524	1,075.563	1,239.620	8,329.418	12,78
Gubici razvoda sred. napona 15%	190.444	164.027			
Rudnici ugljena	277.574	238.715	262.000	1,777.955	
Ostali rudnici	205.703	176.904	194.000	1,321.642	
Proizvodnja cementa	147.510	126.859	139.200	946.017	
Metalurgija i metalna industrija	417.777	359.275	391.510	2,657.194	
Električne željeznice	22.095	19.002	20.540	139.120	
Ukupno velepotrošači	1,070.659	920.755	1,007.250	6,841.928	13,46
Gubici prijenosa srednjeg napona 11%	100.563	86.495			
Specijalni potrošači	816.849	702.490	715.130	4,855.293	
Izvoz	69.087	59.415	60.500	411.795	
Ukupno specijalna potrošnja	885.936	761.905	775.630	5,267.088	14,47
Gubici prijenosa vis. napona 3% od 552.183 MWh	15.965	13.725			
Ukupna predaja potrošačima	4,208.340	3,619.173	4,097.550	27,824.550	13,01
Gubici distribucije 13,2%	556.252				
Energija na početku distribucije	4,764.592		4,097.550	27,824.025	

Energetska i toplinska struktura industrijske potrošnje električne energije u Jugoslaviji u god. 1956.

Tabela 7.

Grana industrije	Potrošnja u MWh	Toplinski ekvivalent u 10^6 kcal
1. Elektrokemija i elektrometalurgija	816.849	702.490
2. Metalurgija i metalna industrija	417.777	359.275
3. Rudnici ugljena	277.574	
Ostali rudnici	205.703	
Ukupno rudarstvo	483.277	415.619
4. Tekstilna industrija	201.710	173.471
5. Industrija papira	161.655	138.937
6. Industrija cementa	147.510	126.859
7. Prehrambena industrija	132.394	113.859
8. Ostala industr. i drugi velepotrošači	635.852	546.831
Sveukupno	2,997.024	2,577.341

Elektroenergetske i toplinske veličine ostale potrošnje električne energije prikazane su već u tabeli 6.



Sl. 1. Energetska bilanca opskrbe električnom energijom u FNR Jugoslaviji u 10^9 kcal u godini 1956.

Na temelju naprijed navedenih podataka sastavljen je dijagram energetskog toka opskrbe potrošača električnom energijom prema sl. 1 koja prikazuje energetski tok onako, kako se on treba da odvija po pojedinim mjestima potrošnje.

7. KOREKCIJA OKVIRNOG STUPNJA EKONOMIČNOSTI PRETVORBE U TERMOELEKTRANAMA

Za ukupni efekat pretvorbe električne energije mješovitih elektroenergetskih sistema je od važnosti utrošak topline termoelektrana, koje su uključene u proizvodnju sistema. Ukazuje se stoga nužnim detaljnije proanalizirati u dosadanjim razmatranjima dobivene rezultate. Ovo prvenstveno iz razloga, što se kod iznalaženja utroška topline u termoelektranama jednog teritorijalno velikog područja nailazi redovno na poteškoće zbog netočnosti, nepotpunosti i raznolikosti podataka o količinama i kvaliteti utrošenog pogonskog goriva, proizvedenih količina električne energije, a i o vrsti, kvaliteti i veličini postrojenja pojedinih elektrana.

Da se usprkos ovakovih poteškoća dođe ipak do rezultata na osnovu kojih je moguće stvarati zaključke o energetskoj ekonomičnosti proizvodnje termoelektrana, potrebno je prikupljene podatke podvrći pomnoj analizi, uspoređivanju i kontroli i tako ocijeniti razumno opravdanu veličinu utrošnje topline.

Kod utvrđivanja specifičnog utroška topline u termoelektranama od važnosti je poznavanje, odnosno ocjena slijedećih njihovih karakteristika:

1. Tip elektrane i njene tehničke karakteristike
2. Pogonska starost postrojenja
3. Vrst pogonskog goriva i tehničko-pogonska spremnost osoblja, te je potrebno svestrano uvažiti utjecaj tih pojedinih karakteristika na utrošak topline termoelektrane u pogonu.

Korekcija stupnja ekonomičnosti opskrbe električnom energijom u Jugoslaviji za god. 1956

U daljnjem prikazuje se ocjena stvarnog utroška topline u elektroprivrednim i industrijskim termoelektranama u Jugoslaviji za god. 1956.

Kao polazna osnova služe podaci opće statističke službe o vrstama utrošenog goriva i proizvedene električne energije kao i ti podaci prikupljeni iz elektroprivrede kako slijedi:

a) Proizvodnja termoelektrana FNRJ u godini 1956. mjerena na stezaljkama generatora

b) Potrošnja goriva u termoelektranama u god. 1956. izražena u stvarnim težinama ili količinama prema statističkim podacima

c) Prosječne vrijednosti kalorične ogrjevne moći goriva, i to za skupno izračunavanje po industrijskim granama prema vrijednostima odabranim u prvom dijelu ovog članka a za pojedinačna izračunavanja po elektranama prema Tehničkom cjeniku Ureda za cijene iz god. 1951.

d) Podaci o utrošku goriva i topline u god. 1956. prikupljeni od elektroprivrede

e) Instalirane snage elektrana prema podacima same elektroprivrede, odnosno objavljenih publikacija.

Prema podacima tabele 5, kolone 4 prosječni jedinični utrošak topline u termoelektranama Jugoslavije u god. 1956. iznosi:

kod javnih termoelektrana	6180	kcal/kWh gen. i
kod industrij. termoelektrana	6215	„
ukupno u termoelektranama	6190	„

Ove vrijednosti polučene su kod ukupne proizvodnje od 2,177.477 MWh godišnje, što kod stvarne instalirane snage u termoelektranama naše zemlje od 830 MW daje prosječno trajanje iskorištenja raspoložive snage od 2620 sati godišnje.

Javne elektrane proizvele su 1,463.374 MWh, što kod raspoložive snage od 623 MW daje trajanje iskorištenja od 2.350 sati

Industrijske elektrane sa

proizvodnjom od 714.103 MWh kod raspoložive snage od 207 MW polučile su trajanje iskorištenja od 3.450 sati

U cilju uvažavanja korekture na ogrjevnu moć goriva sprovedeno je proučavanje specifičnog utroška topline u god. 1956. po pojedinim javnim i industrijskim elektranama. Kod ovog računa uzete su u obzir ponajprije ogrjevne moći goriva prema Tehničkom cjeniku Uprave za cijene iz god. 1951. Količine goriva uzete su iz podataka državne statističke službe. Gdje to nije bilo moguće zbog pomanjkanja podataka o sortimanu ugljena, primijenjene su srednje vrijednosti.

Potrošak goriva analiziran je i grupiran na kameni i mrki ugljen, na lignit i drvo te na tekuće i plinsko gorivo, dakle prema kategorizaciji navedenoj u prvom dijelu ovog članka.

Kod analize uvažena je i stvarna instalirana snaga kao i trajanje upotrebe raspogložive snage elektrane. Za prosuđivanje vjerodostojnosti dobivenih rezultata po pojedinim elektranama za cijelu privrednu granu bio je od značaja i udio detaljnije analiziranih elektrana u utrošku topline u ukupnoj proizvodnji dotične grane, kao što i prosječni utrošak u termoelektranama te grane industrije, vodeći posebno računa o elektroprivrednim termoelektranama. Detalji ove opsežne analize nisu ovdje objelodanjeni, već se navode samo konačni rezultati, kod čega je vrijedno navesti da je detaljna analiza obuhvatila 55 termoelektrana diljem cijele zemlje sa ukupnom stvarno raspoloživom snagom od oko 550 MW te godišnjom proizvodnjom od zakruženo 2020 GWh.

Rezultat prve analize o prosječnom utrošku topline je

$$\text{za javne elektrane } \frac{8{,}014 \times 10^9 \text{ kcal}}{1.427 \times 10^6 \text{ kWh}} = 5615 \text{ kcal/kWh}$$

Kako je rezultat ove prve analize dobiven na temelju prikupljenih podataka statističke službe koji nisu sadržavali dovoljno detaljne podatke o sortimanu upotrebljenih vrsti ugljena, ukazuje se korisnim na temelju metoda upoređivanja i kontrole korištenih veličina proračunati razuman korekcioni faktor.

U tom cilju korišteni su ponajprije podaci o utrošku topline u termoelektranama javne elektrifikacije prema navodima elektroprivrede.

Za ove podatke, koji vrijede uključivši vlastite potrebe elektrana karakteristično je, da neke veće termoelektrane u našoj zemlji vrše analizu ugljena u svojim ili drugim laboratorijima, čime se dobivaju praktične vrijednosti za ogrjevnu moć ugljena.

Uspoređenjem rezultata računa o jediničnom utrošku goriva prema proračunu, u kojem su uzete vrijednosti za ogrjevnu moć ugljena prema tehničkom cjeniku, sa vrijednostima koje su rezultat laboratorijski ispitane praktične ogrjevne moći ugljena u centralama, dolazi se do zaključka, kako to pokazujej tabela 9, da su utrošci po elektroprivrednim podacima niži za 10—20% ili drugim riječima da su praktične ogrjevne vrijednosti ugljena franko elektrana niže od onih dobivenih na temelju uzoraka sa ugljenokopa.

Konačno provodi se račun utroška topline na temelju formule iz prakse. Tako se specifični utrošak topline u_w dade odrediti jednadžbom

$$u_w = \left(\frac{a_w}{n} + b_w\right) \cdot 860 \text{ (kcal/kWh)}$$

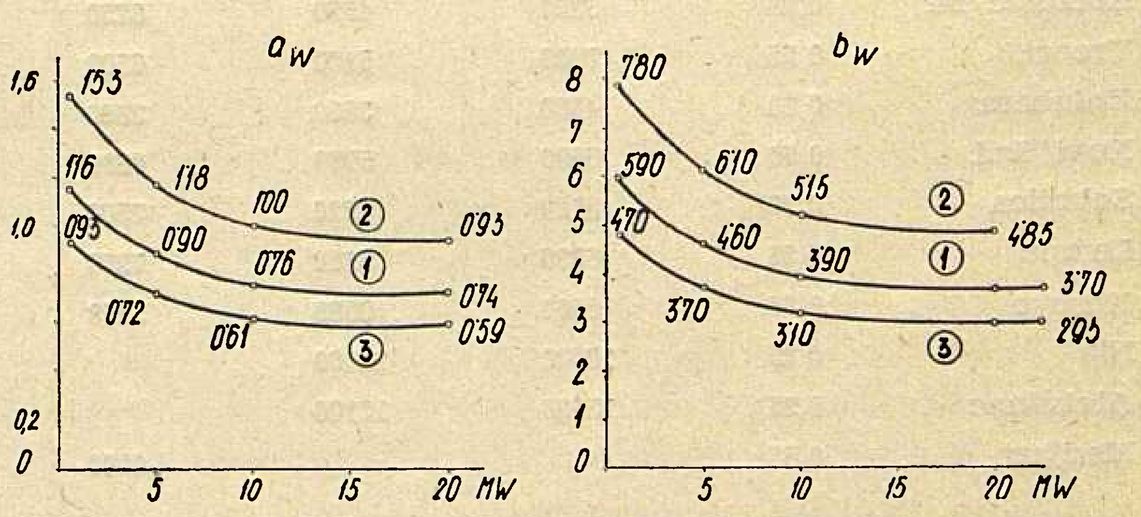
u kojoj znače a i b konstante stalnog i variabilnog utroška topline u termoelektranama, koje su ovisne o vrsti, tehničkim karakteristikama i veličini elektrana, dok je sa n označen faktor iskorištenja snage elektrana.

Za kondenzacione termoelektrane konstruirane prema dostignućima tehnike oko god. 1935., mogu se za konstante utrošnje za nova postrojenja primijeniti veličine kako je to navedeno u narednoj tabeli 8.

Prosječne konstante utroška topline kondenz. termoelektrana Tabela 8.

Snaga MW / Konstanta	1	5	10	20	50	100
a_W	1,16	0,90	0,76	0,74	0,71	0,70
b_W	5,90	4,60	3,90	3,70	3,50	3,35

Primjenljivost ovih vrijednosti na naše sadanje odnose ovisi o prosječnoj starosti naših postrojenja. Kod nas u god. 1954. prosječna starost turboagregata u termoelektranama iznosila je te godine 17,5 godina [1] Uvažujući da prethodno izneseni podaci vrijede za elektrane konstruirane po principima iz god. 1935. — za koju je godinu prosječni optimalni utrošak ocijenjen kod većih elektrana sa 4000 kcal/kWh, — a da su naše termoelektrane (osim nekih novijih) starije konstrukcije od oko 1930., — kada je optimum iznosio 4800 kcal — ukazuje se razumnim za naše prilike prednje konstante utroška povisiti za oko 20%, uvažujući nadalje utjecaj starosti postrojenja od 10%.



Sl. 2. Konstanta utroška topline kondenzacionih termoelektrana.
1. postrojenja oko godine 1935., 2. postrojenja oko godine 1925., 3. postrojenja oko godine 1950.

Za nova postrojenja građena oko god. 1950. potrebno je smanjiti veličinu konstantnog utroška za oko 20%. Tako dobivene konstante utroška topline podešene za naše sadanje odnose prikazane su grafički na sl. 2.

Prema ovim konstantama izračunati specifični utrošci topline uspoređeni su za neke važnije elektrane sa rezultatima prve analize rezultata prema službenim podacima statističke službe, te sa rezultatima prema elektroprivrednim podacima u tabeli 9.

Na temelju prednjih analiza dolazimo do slijedećih zaključaka.

Prema okvirnom toplinskom privodu energije u opskrbu potrošača električnom energijom (tabela 5) proračunata je ukupna utrošnja topline u termoelektranama Jugoslavije sa 13.478×10^9 kcal ukupno, odnosno sa 6190 kcal/kWh.

Analiza utrošnje topline u javnim i industrijskim elektranama, primjenjujući individualne vrijednosti za ogrjevnu moć pojedinih ugljena prema cjeniku Uprave za cijene, pokazala je da prosječni utrošak topline iznosi u javnim elektranama 5615 kcal/kWh što iznosi 565 kcal/kWh, odnosno 9,15% manje.

Koristeći ovaj rezultat i kod industrijskih elektrana, ali umanjujući radi opreza utrošak samo za 4,5% dobivamo manju ukupnu utrošnju za

$$1.025 \times 10^9 \text{ kcal}$$

ili okruglo 7,6% manje, nego što je to iskazano u energetskoj okvirnoj bilanci.

Ocjena utroška topline važnijih termoelektrana Jugoslavije za god. 1956. Tabela 9.

Elektrane	Faktor iskorištenja	Specifični utrošak topline kcal/kWh		
		Na osnovu statističkih podataka	Prema podacima elektroprivrede	Teoretska veličina
Trbovlje	0,45	4780	4310	4350
Šoštanj	0,65	3540	3146	3200
Brestanica	0,55	5030	4550	4550
Velenje	0,40	8670	7667	8150
Ljubljana	0,45	6530	6374	7250
Zagreb	0,65	6340	5300	5800
Jertovec	0,55			3850
Vlaška	0,35	5950	6100	6520
Rijeka	0,55	5950	6100	6400
Osijek	0,50	8320	7820	7650
Beograd	0,65	4800	5180	5050
Kostolac V.	0,60	5350	4550	4250
Kostolac M.	0,20	5350	4550	8750
Vreoci	0,55	7020	5130	6500
Kolubara	0,10	4500	3500	3300
Novi Sad	0,60	6800	5960	6600
Subotica	0,75	8720	7920	7500
Zemun	0,25	6330	5500	7950
Kosovo	0,65	6400	6080	5850
Niš	0,25	13630	12100	
Aleksinac	0,25	13630	12100	
Madjari	0,55			4600

Prema tome utrošnja topline u termoelektranama FNRJ u 1956. iznosila je proračunata prema ogrjevnoj moći ugljena po službenim vrijednostima zaokruženo

u javnim termoelektranama	8.216×10^9 kcal, a
u industrijskim	4.237×10^9 kccal, dakle
ukupno	12.453×10^9 kcal

odnosno kod ukupne proizvodnje električne energije u termoelektranama godine 1956. od 2,177.477 MWh

5.740 kcal/kWh

U daljnjem razmatranju problematike utroška topline i to uspoređenjem utrošnje u javnim elektranama prema podacima elektroprivrede dolazi se do zaključka, da je utrošnja topline na osnovu praktičnih ogrjevnih vrijednosti u javnim elektranama iznosila 4,900 kcal/kWh, odnosno za 12,8% manje nego što to odgovara prvoj korigiranoj vrijednosti od 5.615 kcal/kWh. Ove konstatacije nameću potrebu uvođenja faktora korekcije za proračunate vrijednosti utroška topline. Uvažujući i odnose kod industrijskih elektrana dolazi se do zaključka da je razumno odabrati prosječni faktor korekcije od 0,95, tako da bi korigirane vrijednosti prema tome iznosile

kod svih elektrana kcal $12.453 \times 10^9 \times 0,95 =$
$= 11,850\ 10^9$ kcal odnosno

5.460 kcal/kWh

Ukupni korigirani stupanj ekonomičnosti opskrbe električnom energijom

Analiza rezultata o specifičnom utrošku topline u termoelektranama naše zemlje tokom godine 1956., pokazala je da se kao razumna veličina može ocijeniti 5.460 kcal/kWh, što odgovara stupnju djelovanja od 15,8%, prema okvirnoj veličini od 13,9%. Korigirana potrošnja topline u termoelektranama iznosi 11.900×10^9 kcal. Pridodavajući ovome toplinski ekvivalent proizvodnje hidroenergije i uvoza električne energije prema tabeli 5. dobiva se ukupni korigirani toplinski ekvivalent u proces opskrbe potrošača električnom energijom uvedene energije od 26.245×10^9 kcal/godišnje, što odgovara za godinu 1956. u Jugoslaviji korigiranom stupnju energetske ekonomičnosti opskrbe od

$$\eta_{UK} = \frac{86 \times 4.208}{26.245} = 13,8\ \%$$

Stupanj ekonomičnosti opskrbe iz hidroproizvodnje iznosi

$$\eta_{HK} = \frac{86 \times 2.432}{14.345} = 14,6\ \%$$

dok korigirani stupanj u opskrbi iz termoelektrana iznosi

$$\eta_{TK} = \frac{86 \times 1.775}{10.900} = 12,8\ \%$$

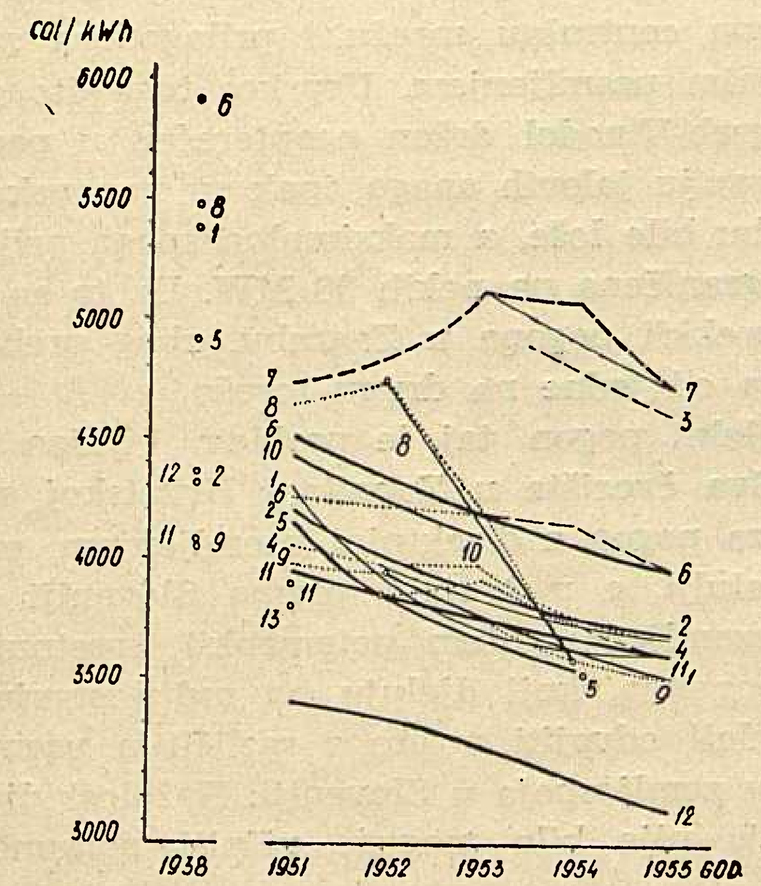
8. USPOREĐENJE UTROŠKA TOPLINE NAŠIH TERMOELEKTRANA SA UTROŠKOM TERMOELEKTRANA U INOZEMSTVU

Za prosuđivanje utroška topline u našim elektranama i mogućnosti povećanja racionalizacije proizvodnje električne energije kod nas, interesantno je provesti komparaciju srednjeg jediničnog utroška naših elektrana sa prosječnim utroškom u termoelektranama u Evropi.

Prosječni utrošci topline u termoelektranama u inozemstvu, navode se u tabeli 10 i sl. 3 prema podacima Ujedinjenih naroda [2]. Karakteristično je opadanje prosječnog jediničnog utroška topline tokom godine u elektranama javne elektrifikacije i u industrijskim

Utrošak topline u termoelektranama nekih zemalja za god. 1938, 1954 i 1955 Tabela 1

Država	Oznaka veličine	1938			1954			1955		
		Elektrane		Svega	Elektrane		Svega	Elektrane		Svega
		javne	vlast.		javne	vlast.		javne	vlast.	
Austrija	Ukupno potrošnja topline 10^{12} cal	...	...	315	6133	3320	9453	6514	3789	10303
	„ proizvodnja prag 10^6 kWh	239	347	586	1382	1206	2588	1592	1254	2846
	Utrošeno topline cal/kWh			5480	4440	2750	3750	4090	3020	3620
Belgija	Ukupno potrošnja topline 10^{12} cal	11281	11017	22298	19809	18458	8267	20375	19819	40194
	„ proizvodnja prag 10^6 kWh	2536	2552	5088	5550	4619	10170	5841	4978	10820
	Utrošeno topline cal/kWh	4450	4320	4380	3570	4000	3760	3490	3980	3710
Čehoslovačka	Ukupno potrošnja topline 10^{12} cal							40700	19780	60480
	„ proizvodnja prag 10^6 kWh							8614	4432	13046
	Utrošeno topline cal/kWh							4720	4460	4640
Danska	Ukupno potrošnja topline 10^{12} cal				11100	...	...	13000	...	...
	„ proizvodnja prag 10^6 kWh	...	291	...	2940	304	3243	3538	310	3848
	Utrošeno topline cal/kWh				3780			3680		
Francuska	Ukupno potrošnja topline 10^{12} cal	21630	...	...	33650	40360	74010	...	...	...
	„ proizvodnja prag 10^6 kWh	4404	4340	8744	8269	13184	21453	900	15088	24088
	Utrošeno topline cal/kWh	4910			4070	3060	3450			
Grčka	Ukupno potrošnja topline 10^{12} cal	1380	1000	2378	4010	700	4710	3601	600	4201
	„ proizvodnja prag 10^6 kWh	252	140	402	1033	95	1128	979	80	1059
	Utrošeno topline cal/kWh	5470	7150	5920	3880	7360	4170	3680	7500	3970
Mađarska	Ukupno potrošnja topline 10^{12} cal	...	...	...	17410	...	...	18174	3100	20612
	„ proizvodnja prag 10^6 kWh	...	...	...	3417	951	4368	3843	1054	4897
	Utrošeno topline cal/kWh				5100			4720	2940	4210
Italija	Ukupno potrošnja topline 10^{12} cal	2366	1730	4096	...	...	...	...	...	...
	„ proizvodnja prag 10^6 kWh	451	310	761	...	...	...	...	...	...
	Utrošeno topline cal/kWh	5240	5580	5380						
Nizozemska	Ukupno potrošnja topline 10^{12} cal	9226	4878	4104	26326	9600	35926	27315	9900	37215
	„ proizvodnja prag 10^6 kWh	2272	1200	3472	7647	2386	10033	8118	2465	10583
	Utrošeno topline cal/kWh	4070	4060	4070	3440	4020	3590	3330	4020	3520
Engleska	Ukupno potrošnja topline 10^{12} cal	89795	36000	125795	246206	48000	294206	267800	48000	315800
	„ proizvodnja prag 10^6 kWh	22359	8478	30837	67769	11881	79650	75205	12490	87695
	Utrošeno topline cal/kWh	4030	4250	4080	3630	4040	3690	3560	3840	3600
U.S.A.	Ukupno potrošnja topline 10^{12} cal	304080	...	...	1126258	...	...	1290206	...	...
	„ proizvodnja prag 10^6 kWh	69533	24028	93561	364618	68387	433007	433684	75244	508928
	Utrošeno topline cal/kWh	4370			3090			2980		



Sl. 3. Jedinični utrošak topline u termoelektranama Evrope i USA

Brojke označuju: 1. Austrija, 2. Belgija, 3. Čehoslovačka, 4. Danska*, 5. Francuska, 6. Grčka, 7. Madžarska*, 8. Italija, 9. Nizozemska, 10. Turska, 11. Nngleska, 12. USA*, 13. Zapadna Njemačka, 14. Jugoslavija (* označuje da se radi samo o javnim elektranama).

elektranama. Ovom opadanju dva su razloga. Jedan leži u postepenom povećanju trajanja iskorištenja raspoloživih snaga a drugi, važniji, u stalnom ulaženju u pogon modernijih i u opadanju starijih neekonomičnijih postrojenja.

Oslanjajući se na vrijednosti iz tabele 10, odnosno dijagrama prema slici 3 i koristeći podatke Ujedinjenih naroda [3], dobivamo srednjoevropski prosjek utroška topline u termoelektranama od

0,9 × 7000 SKE jed. = 6300 kcal/kWh za god. 1924
0,7 × 7000 SKE jed. = 4900 kcal/kWh za god. 1937
0,6 × 7000 SKE jed. = 4200 kcal/kWh za god. 1949 i
0,53 × 7000 SKE jed. = 3700 kcal/kWh za god. 1955

Uspoređujući prednje brojke sa rezultatima iz ove studije, dolazimo do zaključka da su naše elektrane trošile u godini 1956. više topline nego što to odgovara utrošku prema srednjoevropskom prosjeku. Komparacijom našeg korigiranog utroška od 5460 kcal/kWh sa srednjoevropskim prosjecima dobivamo, da je utrošak naših elektrana veći od evropskog prosjeka.

iz god. 1937 za 560 kcal/kWh, dakle za oko 10%,
iz god. 1949 za 1260 kcal/kWh, dakle za oko 30%,
iz god. 1955 za 1760 kcal/kWh, dakle za oko 48%.

Iako će se narednih godina ulaskom u pogon novih racionalnih termoelektrana ovaj veliki raskorak smanjiti, to će još uvijek ostati da se znatne količine električne energije proizvedu u termoelektranama sa niskom energetskom ekonomičnošću. Ta okolnost treba da potakne na sprovođenje racionalizacije u specifičnom potrošku onih naših javnih industrijskih termoelektrana, koje će narednih godina sudjelovati u proizvodnji električne energije.

Literatura

[1] J. Mihajlov: Pogonsko iskustvo sa turbinama američkih energetskih postrojenja i stanje opreme naših termoelektrana, Elektroprivreda 1954, br. 4, strana 195.
[2] Nations Unies de Commission pour l'Europe: »Bulletin annuel de statistiques de l'energie electrique pour l'Europe«, Volume I/1956, tableau 2 i 4.
[3] Organisation Europeenne de cooperation economique: Comitè de l'electricitè des prix de l'electricitè et leur influence sur le financement des investissements dans l'industrie electrique, Paris, le novembre 1953, EL (53) 9, Barème 4.

POKUSNI PARALELNI POGON 110 kV MREŽE JUGOSLAVIJE

20.—22. 12. 1957.

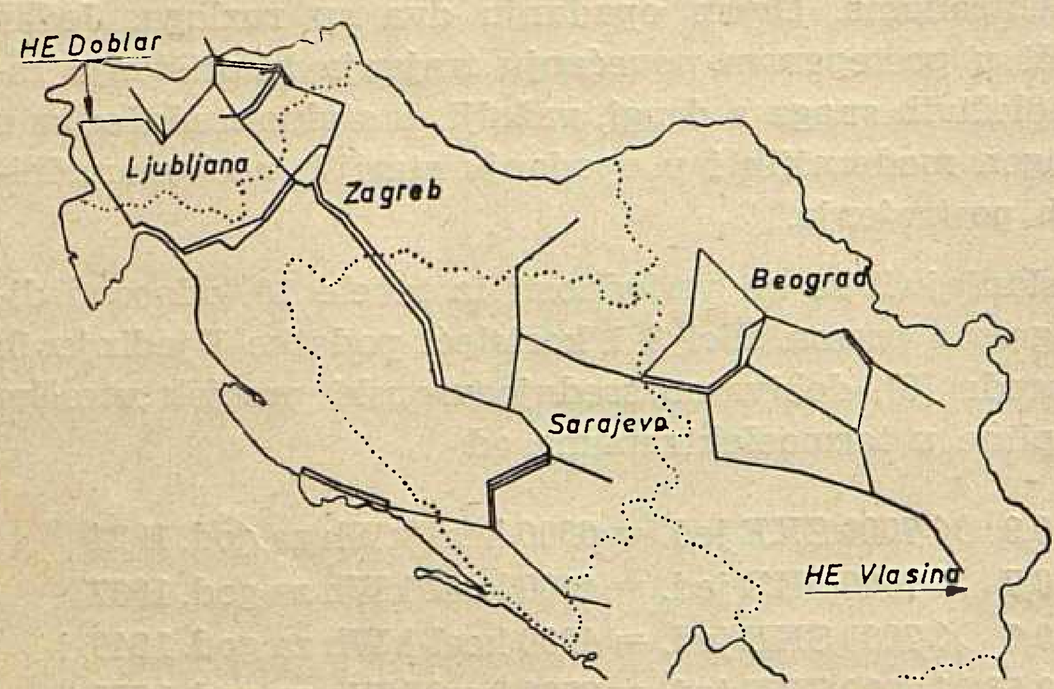
Prof. Dr. Ing. Božidar Stefanini, Elektrotehnički Fakultet, Zagreb

621.311.161(497.1)

Krajem prosinca prošle godine provedeno je povezivanje cjelokupne mreže 110 kV Jugoslavije u jedinstven elektroenergetski sistem. Prije puštanja ovog sistema u normalni pogon izvršena su veoma opsežna i značajna pogonska ispitivanja, kojima je bila osnovna svrha odrediti pogonska svojstva jedinstvenog sistema. Ovo je prvi slučaj u životu naše elektroprivrede, da se rješavanju veoma složene problematike paralelnog rada različitih elektroenergetskih sistema pristupilo eksperimentalnim putem. U članku su osvijetljeni problemi na koje su ova ispitivanja trebala dati odgovor te je izložen sam program ispitivanja i njegovo izvođenje.

Od 20. prosinca 1957. godine naša 110 kV — mreža (Slika 1) radi povezana od krajnje zapadne do krajnje istočne granice — od Soče do Vlasine. Time smo okrenuli novu stranicu u razvoju elektrifikacije naše zemlje, jer smo stvorili jedan veliki elektroenergetski sistem, te omogućili bolje korištenje energetskih izvora i pouzdaniju opskrbu naših potrošača.

Dne 22. prosinca donesena je odluka da se produži pokusni paralelni rad, koji je vođen od 20. do 22. prosinca 1957. godine, kroz koja tri dana su izvršena veoma opsežna i značajna ispitivanja u pogonu mreže. Time smo okrenuli još jednu, možda važniju stranicu u našoj elektrifikaciji, jer smo pristupili novoj metodi u rješavanju tehničkih problema — ne metodi pomoću riječi i na papiru, nego metodi stvarnoj koja u samoj mreži rješava probleme konkretno, uvjerljivo i efikasno.



Sl. 1. Mreža 110 kV u pogonu (prosinac 1957.).

Glavni uvjet za povezivanje mreže u jednu veliku cjelinu ispunjen je prije godinu dana, kad je izgrađen dvostruki 110 kV vod Jajce-Zagreb.

Međutim neke pojedinosti još nisu bile riješene, pa se, nažalost, s prijelazom na paralelni rad čekalo skoro punu godinu dana.

POTEŠKOĆE ZA PARALELAN POGON 110 kV MREŽE

a. Različit način uzemljenja 110 kV mreže

Glavnu zapreku je predstavljala različitost uzemljenja mreže. Slovenija i Zapadna Hrvatska su imale uzemljenje preko petersenki, dok je sva ostala mreža bila direktno uzemljena. Neposredno povezivanje mreža s različitim uzemljenjem nije moguće, jer time kompenzacija struje zemljospoja u mreži s petersenkama postaje neefikasna.

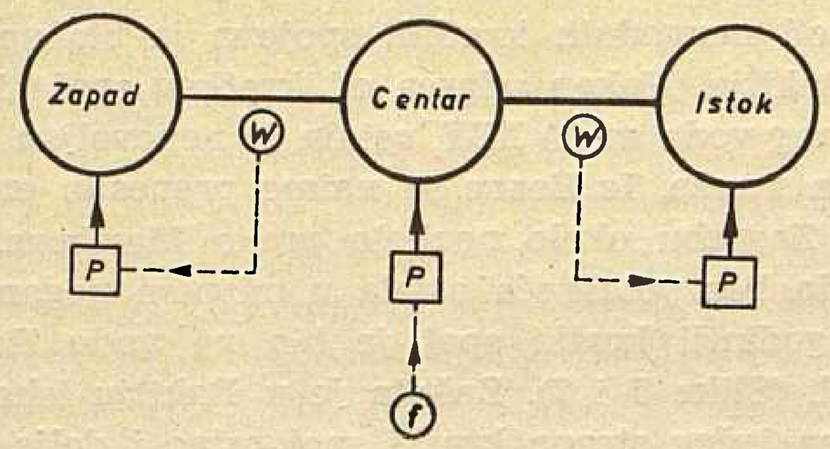
U međuvremenu — kroz zadnju godinu dana — pogon je u te dvije mreže vođen odvojeno. Čvorišta Nedeljanec, Jertovec, Rakitje, Vinodol i Matulji bila su galvanski vezana sa slovenskom mrežom i uzemljena putem petersenki. Čvorišta Resnik i Klara bila su vezana na centralnu mrežu i prilagođena za pogon s direktnim uzemljenjem. Usprkos toga što je jedan vod Zagreb-Vinodol držan neopterećen u pogonu, za kompenzaciju jalovih snaga, ipak su naponske prilike u Zagrebu bile loše, a maksimalna snaga prijenosa iz Bosne ograničena na nekih 38 MW. Uz to su bili potrebni prekidi pogona u Zagrebu, zbog prebacivanja potrošača od jedne na drugu mrežu.

Za paralelni pogon taj je problem riješen na ovaj način: Sva čvorišta u Zapadnoj Hrvatskoj su prilagođena za pogon s direktnim uzemljenjem, osim stanice Matulji, a u 3 voda prema Sloveniji (koja je ostala uzemljena putem petersenki) umetnuta su 3 rastavna releja, koji djeluju na nultu struju kvara. Ti će releji odvojiti mreže s različitim uzemljenjem u slučaju zemljospoja u Sloveniji. Nažalost djelovanje tih releja nije bilo moguće učiniti potpuno selektivnim.

Inače je čitava mreža bila zaštićena putem distantnih releja u 110 kV vodovima, osim jednog poteza (između HE Jajce i TS Jajce-grad) gdje su postojali nadstrujni releji.

b. Regulacija frekvencije i snage razmjene

Drugi problem je bio regulacija snage i frekvencije u sistemu. Naročitu poteškoću, za regulaciju ovako razvučenog sistema predstavljaju dva uska grla, i to veze centralnog sistema sa zapadnim odnosno istočnim sistemom, tj. DV 2 × 110 kV Jajce-Zagreb i DV 110 kV Zenica-Doboj-Zvornik.



Sl. 2. Regulacija snage i frekvencije.

Usvojeni način regulacije prikazan je na slici 2. Centralni sistem treba da vozi frekvenciju, i to uglavnom pomoću HE Jablanica. Zapadni sistem treba da regulira snagu u spojnom vodu Jajce-Zagreb, a slično i istočni sistem treba da regulira snagu u spojnom vodu između Bosne i Srbije. Za spojni vod Jajce-Zagreb je određen prijenos stalnog pojasa od 50 MW.

Automatika za regulaciju snage u spojnim vodovima nije postojala, nego na pr. treba očitavati MW-metar u Jajcu, telefonski to javljati dispečeru u Zagreb, a ovaj po potrebi opet daje komandu Vinodolu da dade više ili manje snage u mrežu.

c. Telefonske veze

Daljnji problem su bile telefonske veze. Praktički na svim našim 110 kV vodovima postoje V. F. veze, ali te služe prvenstveno za razgovore između dva susjedna čvorišta.

Zbog toga su za pokusni pogon iznajmljene dvije poštanske linije Zagreb-Ljubljana i Zagreb-Sarajevo.

d. Regulacija napona

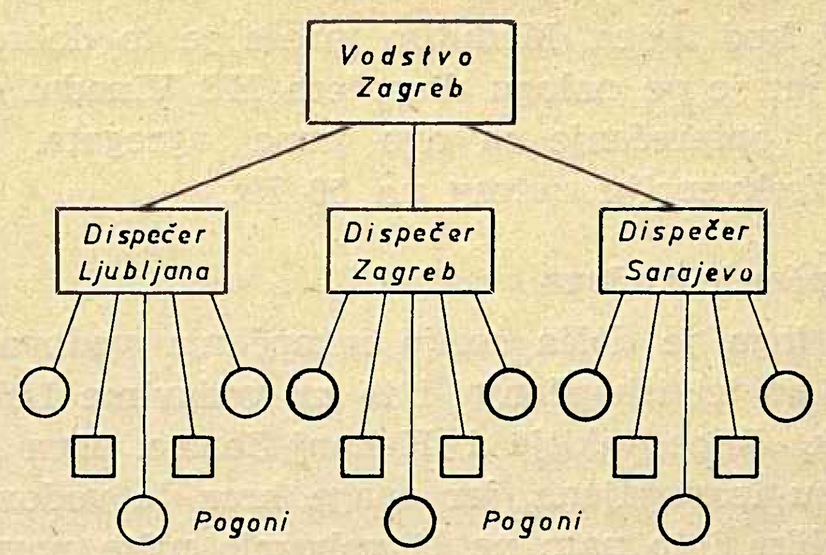
Konačno se kao problem postavljao i režim napona, uz bojazan da bi naponske prilike u povezanom pogonu mogle biti nepovoljnije. U tom pogledu je samo bilo predviđeno da se spojnim vodom ne prenosi jalova snaga nego samo aktivna snaga, i to pojas od 50 MW. U Vinodolu i TE Zagreb odvojen je po jedan agregat da radi kao sinhroni kompenzator, a osim toga elektrane u zapadnom sistemu treba da proizvode koliko im je god moguće jalove snage.

PROGRAM POKUSNOG POGONA 20.—22. 12. 1957.

Pokusni pogon je izvršen prema unaprijed sastavljenom programu koji se sastojao od 5 grupa ispitivanja i to:

1. Sinhronizacija
2. Snižavanje frekvencije
3. Iskapčanje elektrana
4. Iskapčanje vodova
5. Jednopolni kratki spojevi

Za svaki je pokus određeno vrijeme i način kako će se izvršiti.



Sl. 3. Organizacija pokusnog pogona.

ORGANIZACIJA POKUSNOG POGONA

Da bi se ovako opsežan program mogao dobro provesti, bila je potrebna i dobra organizacija, koja je jednostavna i funkcionalna, a ujedno koja ne će poremetiti postojeće organizacione forme. Vodstvo pokusnog pogona smješteno je u Zagrebu i ono je davalo načelne komande dispečerima u Ljubljani, Zagrebu i Sarajevu. Dispečeri su te komande prenosili na svoje pogone i bili kompetentni za rad u svojem području, isto kao i u redovnom pogonu. (Slike 3 i 9).

IZVOĐENJE PROGRAMA

1. Sinhronizacija

Prvo je po programu bila provedena sinhronizacija. Spojni vod iz Jajca ostavljen je otvoren u Nedeljancu, a sinhronizacija provedna ručno u Rakitju. Međutim, omaškom je sinhronizacija krivo izvedena i tako nehotično učinjen veliki udarac u mreži. Ali sve što se dogodilo bilo je da je izbacila nadstrujna zaštita kod Jajca i odvojila sisteme.
Nakon toga je sinhronizacija provedena automatskim uređajem u Jajcu, i tako od 8 h 22 min dne 20. prosinca 1957. cijela mreža radi povezano.

2. Sniženje frekvencije

Iza toga je slijedio pokus snižavanja frekvencije. Htjela se utvrditi ovisnost frekvencije o snazi sistema, i ujedno početi s jednostavnijim pokusom. Po programu je trebalo sniziti oko 30 MW u zapadnom i oko 35 MW u centralnom sistemu, da se frekvencija snizi za 2 Hz. To je otprilike tako i provedeno, a cijelo snižavanje frekvencije je trajalo oko 10 minuta.

3. Iskapčanje elektrana

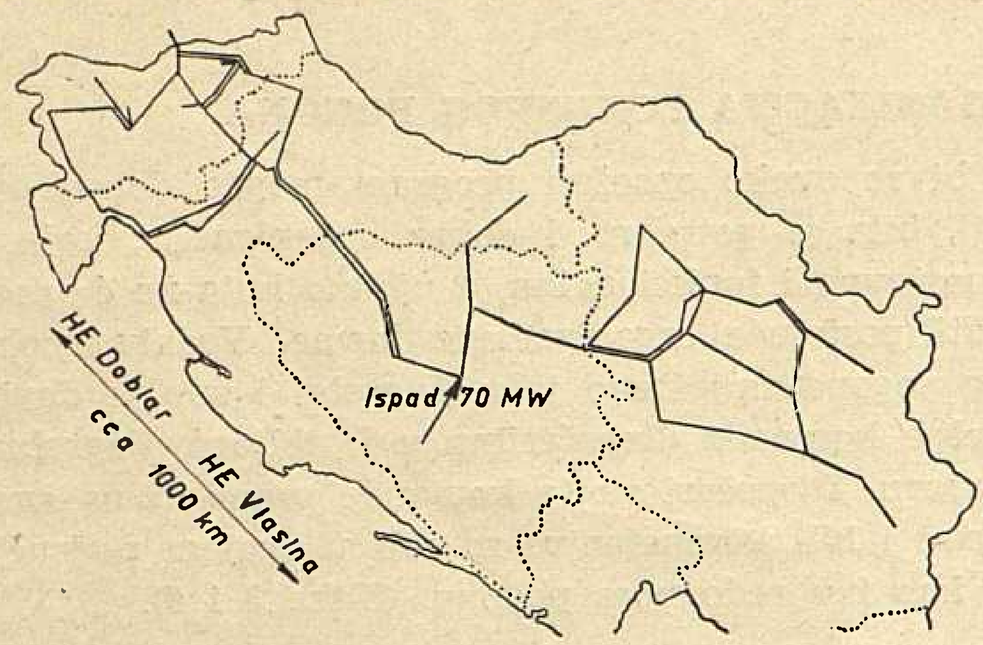
Slijedio je niz pokusa s iskapčanjem elektrana. Provedena su izbacivanja agregata u Jajcu, Vinodolu i Šoštanju, dok je izbacivanje u Kakanju izostavljeno, jer ne bi pokazalo ništa novo. Svi su naime pokusi pokazali da mreža dobro podnosi ovakve udarce, jedino su nam smetnju činili nadstrujni releji, koji su izbacivali vod HE Jajce-TS Jajce makar to ustvari nije bilo potrebno. Zato su ovi releji kasnije tako udešeni da čine što manje smetnja.

Pokus sa iskapčanjem Vinodola (28 MW, jedan agregat) prikazan je ovdje posebno. Par minuta nakon namjernog izbacivanja Vinodola izbacila je nadstruj-

na zaštita kod Jajca. Tako je ostao zapadni dio mreže sam za sebe, i još s dodatnim udarcem zbog ispada 25 MW kod Jajca. Međutim mreža je to dobro podnijela, jer je po nalogu dispečera HE Vinodol odmah preuzeo opterećenje sa dva puna agregata, i tako vratio frekvenciju natrag na 50 Hz.

4. Iskapčanje vodova

Nakon toga je došla serija iskapčanja vodova. Provedena su tri iskapčanja, i to na vodovima Lukavac-Zvornik, Jajce-Rakitje i Kakanj-Zenica. Dva iskapčanja su izostavljena, jer snaga kroz te vodove nije bila velika i to nam ne bi pokazalo ništa nova. Sva iskapčanja je mreža podnijela bez ikakvih poteškoća.

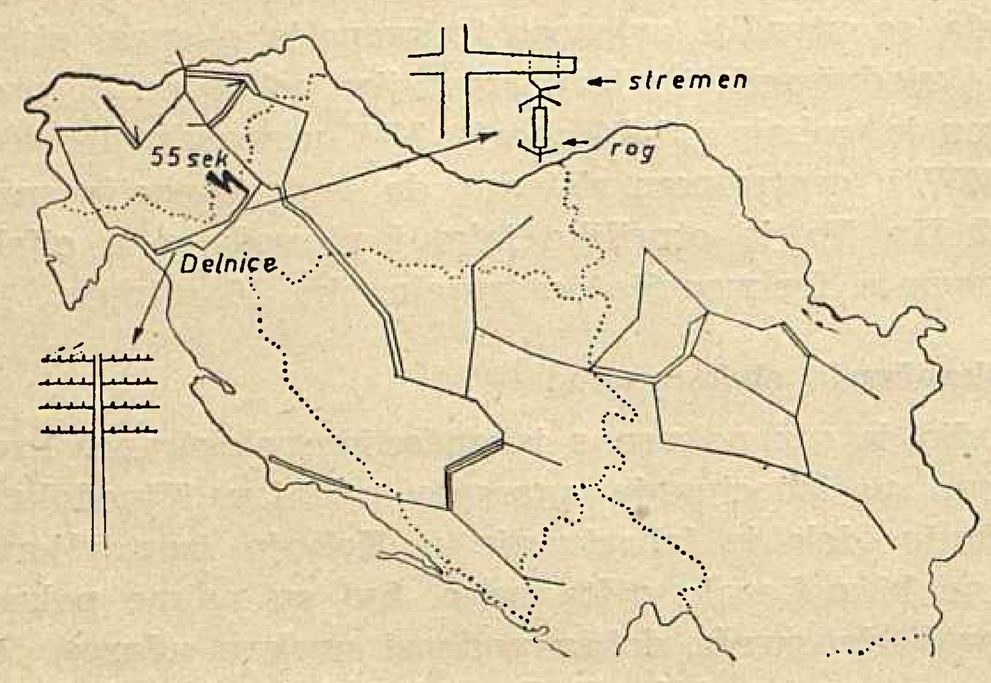


Sl. 4. Iskapčanje Zenica–Kakanj.

Iskapčanje voda Zenica-Kakanj je bio dotada najneugodniji pokus. U sredini mreže je otpala potpora, koju su činile elektrane u Bosni (Kakanj, Jablanica) i k tome je dan mreži udarac s ispadom 70 MW (sl. 4.), koliko je iskopčani vod u tom času prenosio. No preostala mreža, od Soče do Vlasine duga oko 1000 km, taj je udarac bez poteškoća podnijela.

5. Izazivanje jednopolnih kratkih spojeva

Najinteresantniji je bio niz pokusa s namjernim jednopolnim kratkim spojevima na vodovima od 110 kV. Kratki spojevi su izvedeni nabacivanjem tanke žice na vod (sl. 6) i stvaranjem električnog luka na tom mjestu (sl. 7).



Sl. 5. Kratki spoj u Rakitju.

Izveden je velik broj kratkih spojeva i uglavnom nije bilo poteškoća. Mreža je te udarce vrlo dobro podnijela. Jedino zaštita nije djelovala najbolje, što smo — bar donekle — i unaprijed očekivali. Svi su kratki spojevi bili iskopčani unutar prvog i drugog stepena distantne zaštite, osim jednoga. Na spojnom vodu Jajce-Zagreb je zbog vjetra nastao istodobno tropolni kratki spoj na obje trojke. Ali zaštita je taj vod iskopčala i oba dijela mreže su ostala u pogonu. U Šoštanju je iznimno načinjen direktni metalni kratki spoj u trajanju od 5 sekunda, ali i opet bez težih posljedica.

Jedan od neugodnih kratkih spojeva je bio na vodu Jajce-Rakitje. Nakon udarca od kratkog spoja i ispada jednog voda sa 30 MW, ostala je nepovoljna konfiguracija mreže. Iz Bosne se naime prenosila energija prema Zagrebu okolo naokolo preko Maribora. Ipak je mreža bez poteškoća ostala u mirnom pogonu.

Najneugodiniji kratki spoj je bio na vodu Rakitje-Vinodol. (Slike 5 i 7). Zaštita je u Rakitju iskopčala, ali je sa južne strane kratki spoj ostao i dalje napajan. Naime, u Vinodolu je preosjetljiva diferencijalna zaštita izbacila kruto uzemljeni transformator, i tako

Sl. 6. Nabacivanje žice podvodnom puškom za stvaranje umjetnog kratkog spoja.

Sl. 7. Električni luk na vodu 110 kV Zagreb-Vinodol.

je kratki spoj ostao na slovenskoj mreži s petersenkama, koje nisu bile dovoljno jake da taj luk ugase. Tako je na vodu ostao gorjeti električni luk punih 55 sekunda, dok ga vjetar nije ugasio. Pri tome je izgorio jedan rog na izolatorskom lancu a djelomično i stremen, ali srećom težih posljedica nije bilo. Na PTT vodovima u Delnicama je jedan službenik dobio udarac struje dok je držao u ruci slušalicu, ali bez težih posljedica. Mreža, međutim, uopće nije pretrpjela nikakvih poteškoća i opskrba potrošača za vrijeme tog kratkog spoja je bila posve uredna.

POSLJEDICE PARALELNOG RADA

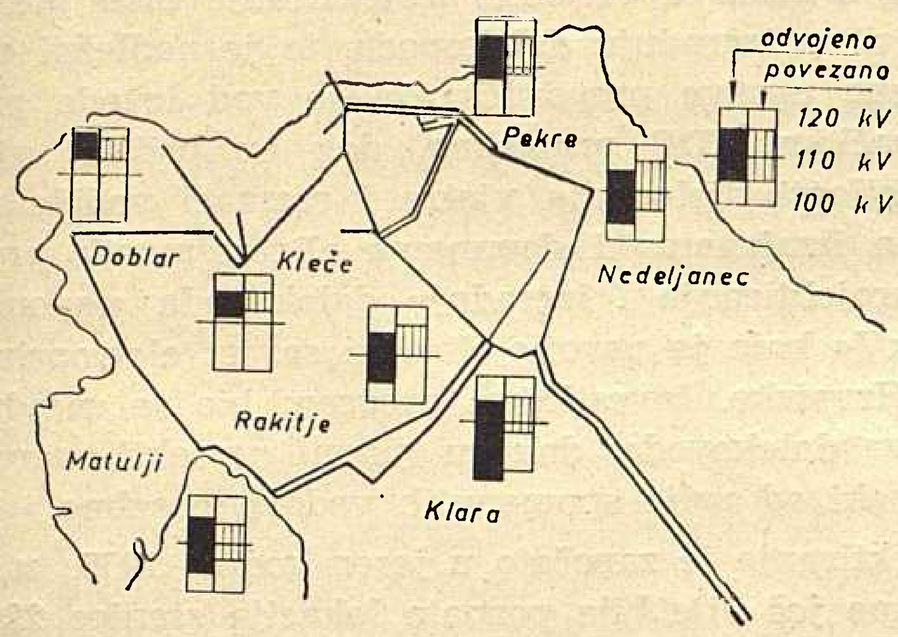
1. Naponske prilike

Naponske prilike kod povezanog pogona su bile vrlo dobre. Dok su u odvojenom pogonu varijacije napona u pojedinim točkama bile znatne, pa i napon znatno ispod 110 kV, dotle su u povezanom pogonu svugdje varijacije napona manje, a sam napon uglavnom na 110 kV ili više (sl. 8).

2. Energetske i ekonomske prednosti

Rezultati pokusnog pogona su bili vrlo pozitivni. Takav pogon omogućio je bolje korištenje energetskih izvora.

Sigurnost snabdijevanja potrošača je povećana, čak što više za vrijeme svih ispitivanja u mreži, potrošači uopće nisu pretrpjeli nikakav prekid dobave. Nadalje su i prilike u pogledu napona i frekvencije poboljšane. Ovo je jedan od rijetkih pokusa, koji ne samo da nije koštao novaca, nego je kroz ta tri dana uštedio privredi oko 10 milijuna dinara, omogućujući bolje korištenje energetskih izvora.



Sl. 8. Naponske prilike.

Jedine poteškoće su bile kod zaštite, koja u današnjem stanju ne odgovara u potpunosti zahtjevima osjetljivosti, selektivnosti i rezerve.

Zaključak nakon ispitivanja je bio da se pokusni paralelni rad nastavi, a da se zaštita dotjera i veze poboljšaju.

ISKUSTVA PARALELNOG POGONA U PRVOM MJESECU

U prvih mjesec dana pogona stečna su dobra iskustva. Energetski su dobro iskorišteni izvori u Dalmaciji, gdje je HE Kraljevac radila bez preljeva, a ta je energija slana putem preriva prema zapadu. Time su se oslobodili viškovi za izvoz u inostranstvo. HE Vinodol može štedjeti vodu za važnije momente, a ne za regulaciju frekvencije. U spojnom vodu je stalno premošen pojas od 50 MW s maksimumom i do 70 MW. Pogon je ovako mnogo sigurniji, frekvencija bolja.

Sl. 9. U vodstvu pokusnog pogona u Zagrebu
Prvi s lijeva je generalni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske drug Miloš Damjanić.

Kroz to vrijeme bila su 2 ispada voda Kakanj-Zenica (zbog velikog opterećenja voda izgorjele su strujne stezaljke), ali se na pogon sistema to nije uopće loše odrazilo. Bila su i tri jednopolna kvara u zapadnom dijelu mreže, ali opet bez loših posljedica. Najteži je bio kvar na sabirnicama u Rakitju, ali toga je zaštita eliminirala isto kao što bi to bilo i kod odvojenog pogona. Telefonske PTT linije su ostale iznajmljene za stalnu vezu Zagreba sa Ljubljanom i Sarajevom, a tome je dodana i linija za stalnu vezu s Beogradom. Nadamo se da će ovakav paralelni rad i dalje raditi za dobro naše elektroprivrede i sa sve većim uspjehom i boljim rezultatima.

DALEKOVOD ZAGREB—JAJCE

Ing. Ranko Škarica i **Ing. Karlo Fišer**, Dalekovod, Zagreb **621.315.17:621.311.1**

Prikazano je projektiranje i izgradnja voda Jajce–Zagreb, upotrebljeni stupovi i električna oprema, te su dane utrošene količine glavnog materijala. Opisana je montaža stupova i opreme, te mogućnost naknadnog prijelaza na napon 220 kV.

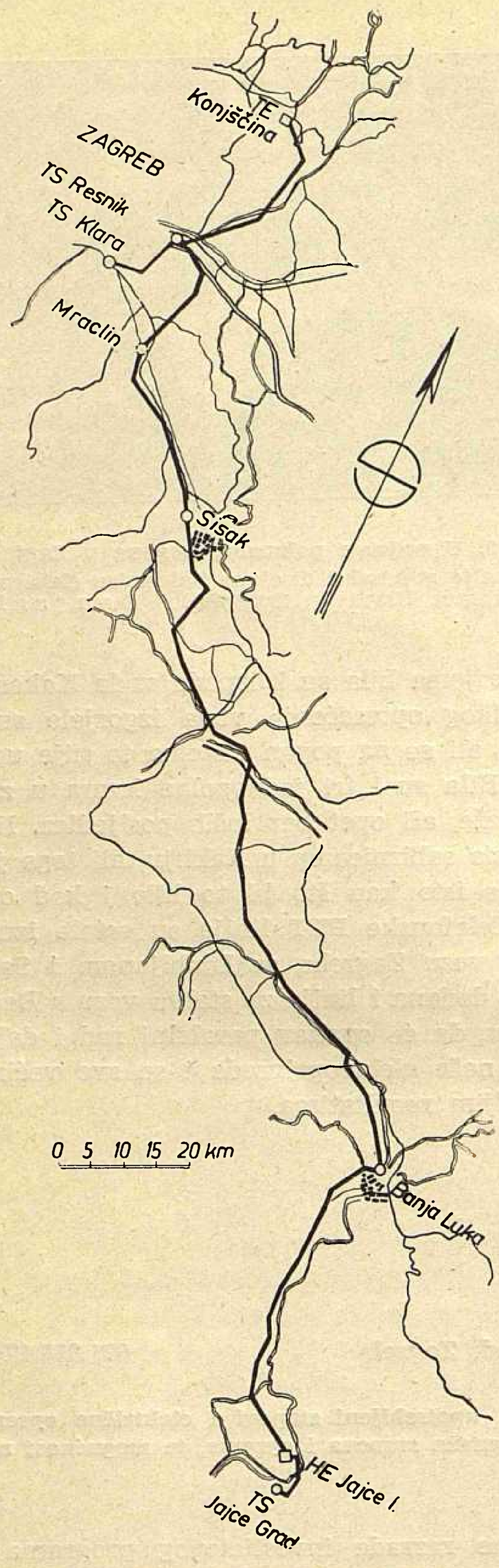
Uvod

Pomanjkanje električne energije na području sjeverozapadnog sistema, a naročito na širem području Zagreba, tražilo je hitno rješenje. Bosanske elektrane centralnog sistema raspolagale su izvjesnim viškom električne energije. Rješenje ovog problema našlo se je u povezivanju najbližih točaka obaju sistema, a to su hidroelektrane na Vrbasu i konzumno područje Zagreba.

Nakon dužeg razmatranja odlučeno je da se dalekovod izgradi kao vod 110 kV sa dvije trojke i sa mogućnošću kasnijeg prijelaza na vod 220 kV s jednom trojkom, sa po 2 vodiča u snopu.

Za vrijeme razrade investicionog programa dalekovoda ukazala se je potreba, da se povezivanje dvaju sistema kompleksno riješi, t. j. da obuhvati i vodove 110 kV koji će povezivati dalekovod Jajce-Zagreb sa transformatorskim stanicama 110/30 kV Resnik i Klara na području Zagreba, te sa termoelektranom Konjšćina, kao i u Bosni sa transformatorskom stanicom 110/35 kV Jajce Grad. Uz to trebalo je riješiti lokaciju transformatorske stanice 220/110 kV na području Zagreba. Komisijski je utvrđena lokacija stanice kod mjesta Mraclin, oko 20 km jugoistočno od Zagreba. Tek tada je bilo moguće konačno odrediti dionice dalekovoda Jajce-Zagreb, kako slijedi:

I. **Hidroelektrana Jajce I. – Mraclin 158,38 km; vod 110 kV sa dvije trojke i sa mogućnošću prijelaza na napon 220 kV.**
II. **Mraclin – Resnik, 21,45 km, vod 110 kV sa dvije trojke**
III. **Resnik – Sava, 5,23 km, vod 110 kV sa dvije trojke**
Sava – Klara, 6,93 km, vod 110 kV sa jednom trojkom . .
IV. **Resnik – Konjšćina; 31,45 km, vod 110 kV sa jednom trojkom**
V. **Hidroelektrana Jajce I. – TS Jajce, 7,38 km, vod 110 kV sa jednom trojkom.**



Sl. 1. Trase dalekovoda 110 kV.

U sl. 1 prikazane su trase spomenutih dalekovoda. Zasada, dok su svi vodovi u pogonu sa naponom 110 kV, vrši se preko spomenutih vodova paralelan rad sjeverozapadnog sistema sa ostalom zemaljskom mrežom 110 kV.

Transformatorska stanica 110/30 kV Sisak, koja je locirana u neposrednoj blizini voda Jajce-Resnik, provizorno će se priključiti na jednu trojku voda 110 kV Jajce-Resnik, zbog opskrbe područja Siska električnom energijom. Nakon prijelaza na 220 kV, razdijelit će se vod Jajce-Resnik u dva voda i to 220 kV Jajce-Mraclin i 110 kV Mraclin-Resnik, a isključit će se stanica 110/30 kV Sisak, koja će se napajati posebnim vodom iz Mraclina.

U nastavku bit će iznešeni podaci uglavnom o dijelu voda na teritoriju NR Hrvatske, sa kratkim osvrtom na detalje koji su drukčije izvedeni na teritoriju NR BiH.

Projektiranje

Predmetni dalekovod prolazi teritorijem dviju republika, a kako u vrijeme projektiranja nisu postojali propisi za izgradnju dalekovoda, to je nadležni organ savezne uprave preporučio da se vod izvede prema njemačkim VDE propisima, dok su pritisci vjetra, koeficijenti djelovanja vjetra i razmaci vodiča uzeti prema izmjenama i dopunama »Privremenih propisa za projektiranje i izgradnju dalekovoda napona od 110 kV« koje je usvojio Stručni savjet eletroprivrede NR Hrvatske. Investicioni program bio je zajednički za sve dalekovode, dok su glavni projekti razrađeni za svaki od prije spomenutih vodova posebno.

Projektiranje je započeto u jesen godine 1955., u koje vrijeme još nije bila poznata lokacija stanice 220/110 kV na području Zagreba, kao ni problematika vodova 110 kV oko Zagreba.

Izbor trase bio je otešćan, naročito na širem području Zagreba, zbog nepoznate lokacije stanice 220/110 kV, nereguliranog toka rijeke Save i posebnih zahtjeva civilnih i vojnih vlasti s obzirom na postojeće i buduće aerodrome. To je i razlog, da je trasa na širem području Zagreba izobličena i znatno produžena te pomaknuta prema istoku. Razmatrano je više varijanata prijelaza voda 110 kV Mraclin-Resnik preko rijeke Save i konačno je odabran prijelaz kod mjesta Novaki, jer se na lijevoj obali, u neposrednoj blizini rijeke nalazi nasip. Na mjestu prijelaza bit će prilikom regulacije rijeke preloženo korito Save prema jugu i uz buduće obale bit će podignuti nasipi. To je uzeto u obzir kod razmještaja stupova, tako da će nakon izgradnje budućih nasipa ostati samo dva nosna stupa između nasipa i obale rijeke.

Generalni smjer trase dionice Mraclin-Una- voda Mraclin-Jajce I, uvjetovan je položajem buduće transformatorske stanice 110/30 kV Sisak, dok inače izbor trase ove dionice nije predstavljao poteškoće zbog ravničastog zemljišta i relativno male naseljenosti.

Prijelaz rijeke Une izvršen je istočno od Kostajnice na mjestu, gdje vod prolazi najmanje poplavnim područjem.

Na području NR BiH trasa prolazi djelomično brdovitim zemljitšem, teže pristupačnim, dok su na ravničastim dionicama bile poteškoće oko izbora trase zbog zahtjeva avijacije. Trasa se približuje kod Banja Luke budućoj transformatorskoj stanici 110/30 kV, koja će biti provizorno priključena na predmetni vod kao i stanica u Sisku.

Priključak voda na hidroelektranu Jajce I. vrlo je otešćan zbog položaja elektrane, te je stoga na tom mjestu dva puta izvršen prijelaz Vrbasa.

Dionica voda Resnik-Sava prelazi pretežnim dijelom uskim pojasom između jugoistočne periferije Zagreba, gdje će biti industrijsko područje i nereguliranog toka

rijeke Save. Na mjestu prijelaza Save postoji za sada samo nasip na lijevoj obali, a nakon regulacije Save ostat će samo dva stupa između nasipa i obale rijeke. Na dionici u blizini transformatorske stanice Klara snižene su visine stupova na traženje avijacije.

Za razliku od ostalih trasa, trasa voda 110 kV Konjšćina-Resnik nije predstavljala poteškoća, osim u blizini Sesveta, gdje prolazi pošumljenim zemljištem.

Trasa voda 110 kV Hidroelektrana Jajce I-TS Jajce udaljena je od komunikacija, jer su na istom potezu izgrađena još dva voda 35 kV i jedan vod 110 kV.

Na svim trasama pretpostavljeno je osnovno djelovanje vjetra od 60 kg/m², a dodatni teret 0,18 $\sqrt{d}$ kg/m, osim kraće dionice dalekovoda Jajce-Mraclin u blizini Jajca, gdje je pretpostavljen dodatni teret 1,6 × 0,18 $\sqrt{d}$ kg/m.

Stupovi i temelji

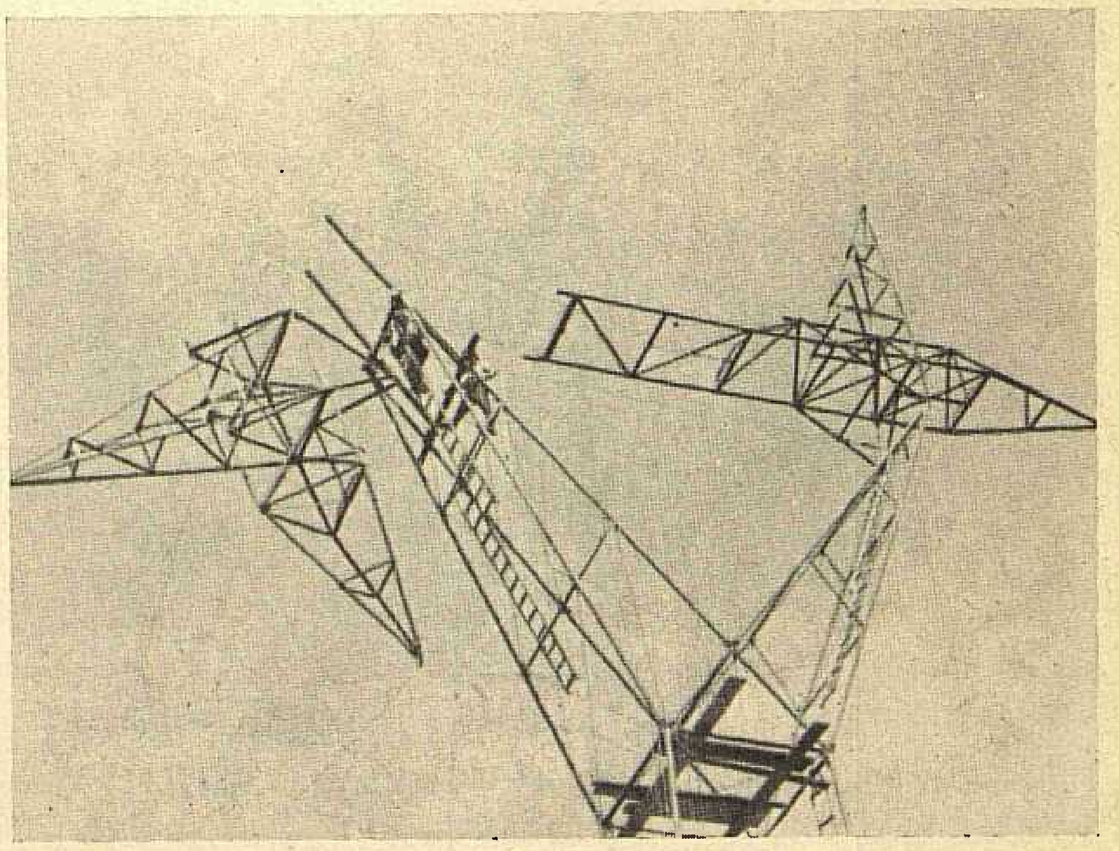
Stupovi voda Jajce-Zagreb su čelično rešetkaste konstrukcije sa prednapregnutim dijagonalama, prema izvedbi »Elektroprojekta« Sarajevo. Stupovi vodova sa jednom trojkom izrađeni su od profilnog čelika, kvalitete Če 37, 12, dok su stupovi vodova sa dvije trojke izrađeni od čeličnih bešavnih cijevi, kvalitete Če 0029 i 4529, osim prečke i vrhova koji su od profilnog čelika, kvalitete Če 37, 12. Dijagonale stupova vodova sa jednom, kao i sa dvije trojke, izvedene su od okruglog čelika kvalitete Če 52. Svi spojevi su sa vijcima kvalitete Če AS-2. Kod stupova od čeličnih cijevi dijagonale se učvršćuju na čvorne limove, koji su zavareni na ugaone štapove. Kod stupova od profilnog čelika dijagonale se učvršćuju direktno na ugaone štapove. Svi štapovi od okruglog čelika imaju na oba kraja navarenu po jednu pločicu koja služi za pričvršćenje stupa na čvorni lim.

Na ovom vodu prednaprezanje je vršeno mehaničkim putem i to za vrijeme podizanja stupa. Udaljenost obiju rupa jedne dijagonale neznatno je manja od međusobne udaljenosti odgovarajućih rupa na čvornim limovima. Horizontalni štapovi ispune od istog su materijala kao i ugaoni štapovi, za koje su pričvršćeni zajedničkim vijkom sa dijagonalom.

Svi elementi stupova proizvedeni su pomoću šablona, koje su izgrađene posebno za svaki tip stupa. Prije početka serijske proizvodnje podvrgnut je ispitivanju novi tip stupa, kojom se prilikom provjeravalo da li konstrukcija odgovara pretpostavkama statičkog računa. Daljnja svrha ispitivanja bila je, da se otklone eventualni konstruktivni nedostaci.

Stupovi su zaštićeni od korozije premazom minija, koji je izvršen u tvornici, a kasnija oštećenja premaza popravljena su na terenu. Preko premaza minija dolazi premaz sive temeljne boje i sive pokrivne boje. Poseban problem predstavljala je zaštita od korozije unutarnje stijene ugaonih štapova stupova od cijevi. Između raznih prijedloga dva su se naročito isticala i to: bitumenski premaz unutarnje stijene i hermetičko zatvaranje cijevi. Primijenjen je posljednji prijedlog, koji je predložio proizvođač stupova, što je dokumentirao otvaranjem postojećih stupova, na kojima se nakon četiri godine nije opažalo tragova korozije.

Podizanje trupa stupa vršilo se u stojećem stavu i to pomoću montažne igle. Istovremeno su se montirali ugaoni štapovi i odgovarajuće polje ispune. Rašlje su bile sastavljene na zemlji i podignute pomoću dviju montažnih igala, učvršćenih na trup stupa. Prečka je također bila sastavljena na zemlji i to iz dva dijela. Dizanje prečke vršeno je na sličan način kao i dizanje rašlja, i to pomoću dviju montažnih igala učvršćenih na rašlje. Kad je dio prečke bio podignut do vrha rašlje, bio je zglobno učvršćen na rašlje, te rotacijom doveden u horizontalan položaj; slika 2. Vrškovi su bil sastavljeni i podignuti zajedno sa prečkom. Krajevi prečke i vrškova spojeni su sa zategom od betonskog čelika, koja je uzeta u obzir kod proračuna stupa. Uravnavanje podignutog stupa vršeno je pomoću dva teodolita, od kojih je jedan postavljen u smjeru trase, a drugi okomito na trasu, čime se postizavalo brzo i točno uravnavanje stupa. Nakon podizanja stupa izvršeno je pritezanje vijaka i njihovo osiguranje protiv odvijanja.



Sl. 2. Montaža prečke.

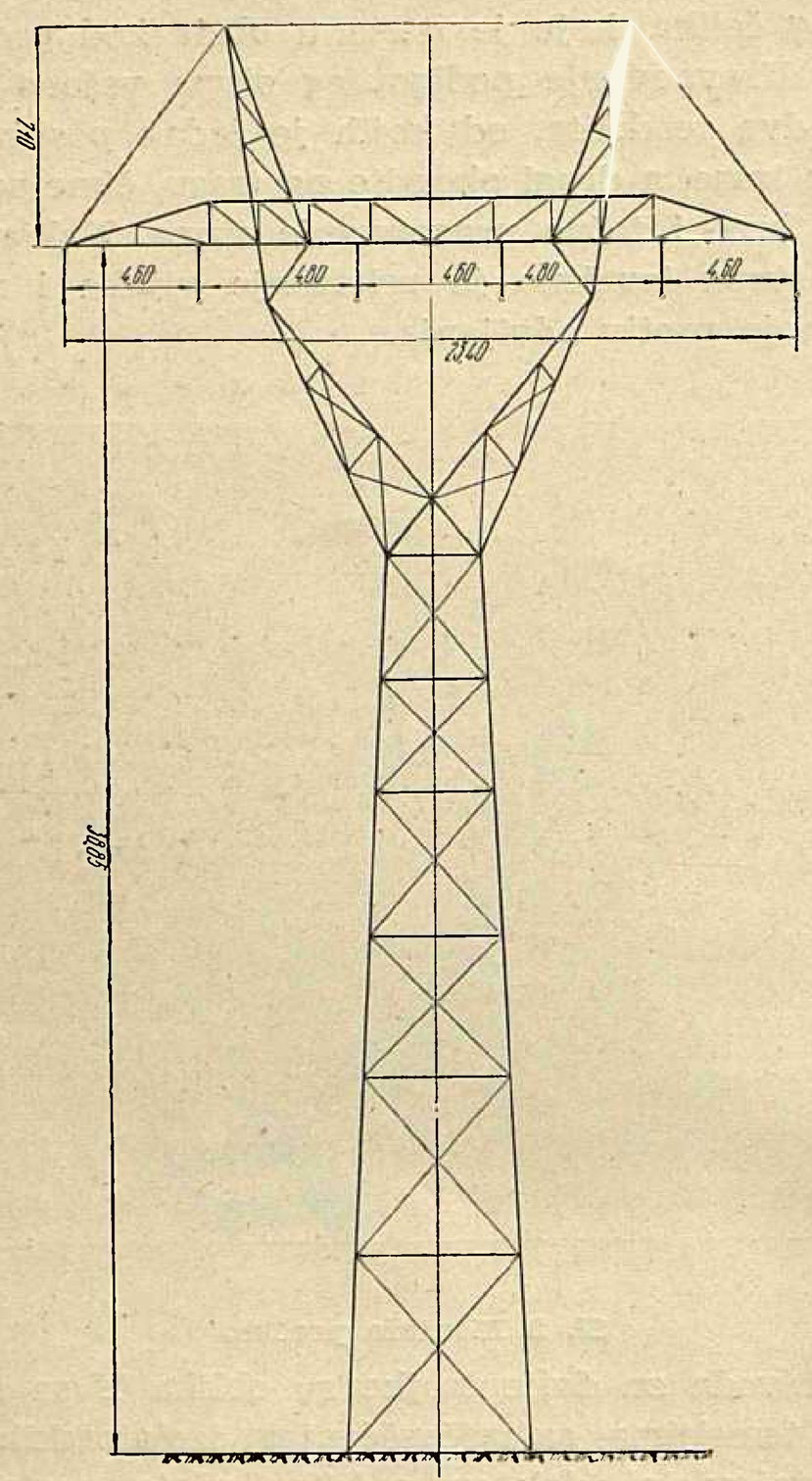
Stupovi voda za dvije trojke su oblika Y sa raščlanjenim temeljima, sa pričvršćenjem izolatorskih lanaca u istoj visini, dok su zaštitna užeta postavljena tako, da je osiguran kut zaštite prema propisima, što je postignuto sa iskošenim vrškovima.

Svi nosni stupovi voda 110 kV Mraclin-Resnik i dionice 110 kV Resnik-Sava tipa su N_d, sa rasporedom vodiča u istoj visini.

U tabeli 1 dati su podaci za pojedine tipove stupova. Nosni stupovi tipa N450 voda 220 kV Hidroelektrana Jajce I-Mraclin imaju smanjene horizontalne razmake ovjesišta vodiča, što je postignuto postavljanjem ovjesišta u razne visine. Za ovo je iskorištena razlika u dužini lanaca za napone 220 kV i 110 kV, te razlika sigurnosnih visina za napone 220 kV i 110 kV. Isti princip zavješenja primijenjen je i za stup N600, koji je upotrebljen za velike raspone. Ovim načinom zavješenja izvršena je ušteda na čeliku, jer je omogućeno skraćenje prečke, a time i sniženje vrškova. Izolatorski lanci vodiča, koji nisu spušteni u odnosu na prečku, pričvršćeni su na stremene normalne izvedbe, dok su ostali lanci pričvršćeni na produživače specijalne konstrukcije.

Pregled glavnih podataka stupova vodova sa dvije trojke Tabela 1.

Tip stupa	Napon voda	Poluzbroj susjednih raspona	Kut trase	Najveća visina do donjeg ruba prečke	Razmak vodiča		Dužina konzole	Vrškovi iznad donjeg ruba prečke	Težina najvišeg stupa
					vanjskih	unutarnjih			
	kV	m	—	m	m	m	m	m	kg
N_d	110	600	—	31,40	4,40	4,60	23,40	7,10	4250
N-600	110/220	600	—	38,55	4,60	4'60	23,00	7,00	—
N-450	110/220	450	—	30,03	3,00	3,00	18,60	5,00	3980
KR 160⁰ - 180⁰	—	—	160⁰ - 180⁰	28,40	4,00	4,00	21,50	6,35	5510
KR 120⁰ - 190⁰	—	—	120⁰ - 160⁰	32,25	4,60	4,60	24,00	7'60	—



Sl. 3. Nosni stup tipa N 450.

Nacrt stupa tipa N450 prikazan je u sl. 3, a fotografija nosnog stupa u sl. 4.

Zatezni stupovi vodova za dvije trojke su zajednički, bez obzira na napon voda i to oblika Y, slika 5, a sva zavjesišta vodiča su u istoj ravnini, dok su vrškovi iskošeni. Kako nije bilo moguće izvršiti visinski pomak vodiča, to je povećan međusobni razmak vodiča. U tabeli br. 1 dati su podaci za kutno rasteretni stup 160⁰—180⁰, kao i za kutno-rasteretni stup 120⁰—140⁰, koji je upotrebljen za kuteve 120⁰—160⁰. Ovi tipovi stupova upotrebljeni su i za krajnje i prelazne stupove, osim prelaznih stupova uz autoput Zagreb-Beograd, gdje je upotrebljen posebni tip prelaznog stupa, čija je glava stupa ista kao i za kutno-rasteretni stup 120⁰—140⁰.

Prvi puta su u našoj zemlji izvedeni temelji pravokutnog presjeka i tako postavljeni, da im je duža strana paralelna sa dijagonalom tlocrta stupa, čime su postignute uštede od oko 15% betona temelja. Ovo je uzeto prema francuskoj praksi. Prilikom izrade temelja ostavljena je u svakom bloku rupa, u koji je naknadno ubetoniran ugaoni štap. Temelji su armirani.

Stupovi vodova sa jednom trojkom imaju vodiče razmještene u trokutu, sa jednim zaštitnim užetom na vrhu. U tabeli 2 dati su podaci za pojedine tipove stupova.

Pregled glavnih podataka stupova vodova sa jednom trojkom
Tabela 2

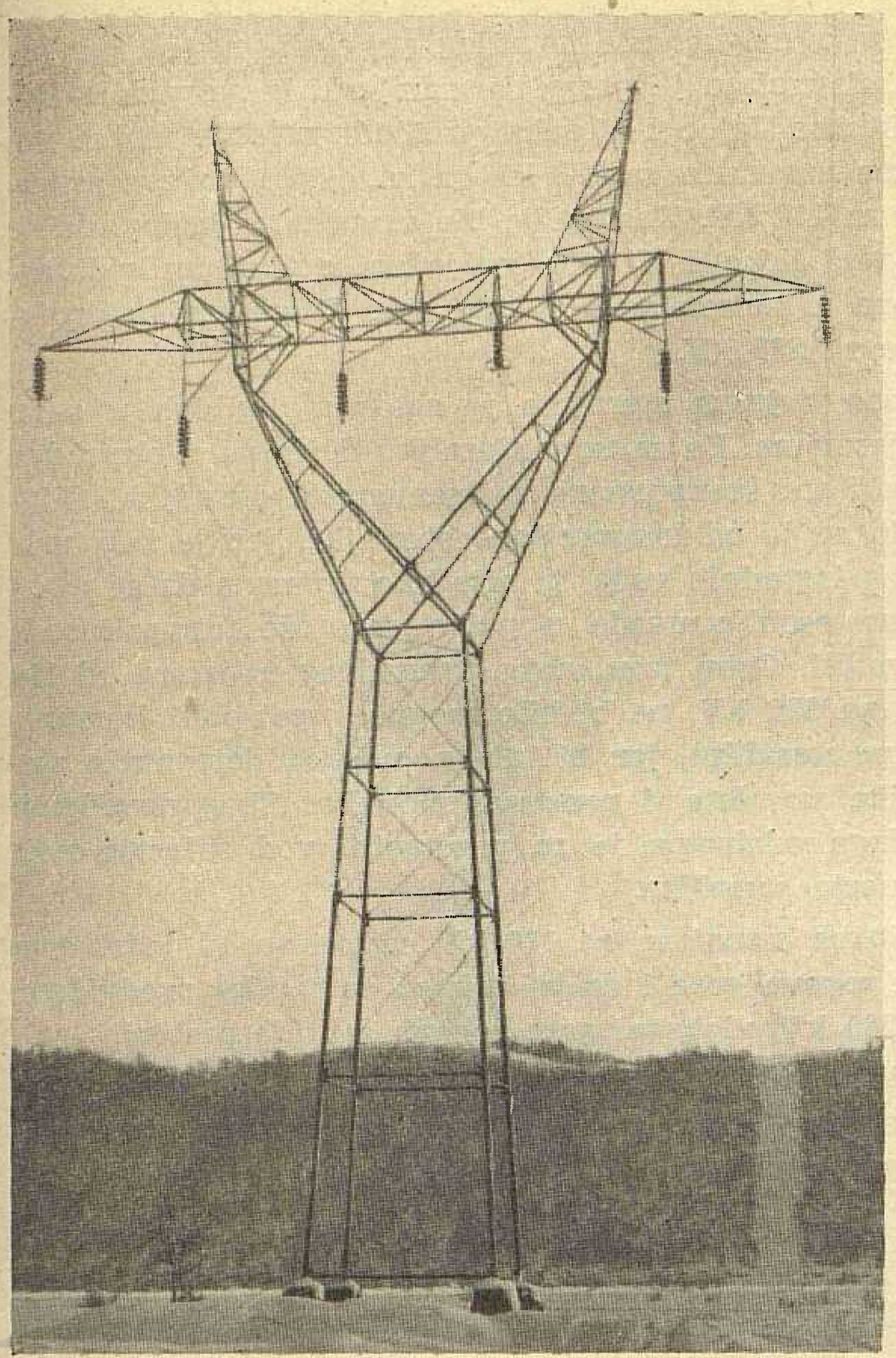
Tip stupa	Poluzbroj susjednih raspona	Kut trase	Najveća visina do donje konzole	Težina najvišeg stupa
—	m	—	m	kg
N	380	—	25,40	2250
N	460	—	25,40	2363
KR-170⁰		170⁰	18,50	3690
KR-150⁰		150⁰	17,80	3940
KR 120⁰-140⁰		120⁰/140⁰	16,01	3630

Na teritoriju NR Hrvatske upotrebljen je samo jedan tip nosnog stupa i to za poluzbroj susjednih raspona od 480 m. Na teritoriju NR BiH-a je isti taj tip stupa upotrebljen za poluzbroj raspona od 380 m, a osim toga je upotrebljen još i stup za poluzbroj raspona od 460 m. — Zatezni stupovi su za kuteve 170⁰, 150⁰ i 120⁰ do 140⁰. Osim toga postoje još prelazni i krajnji stupovi.

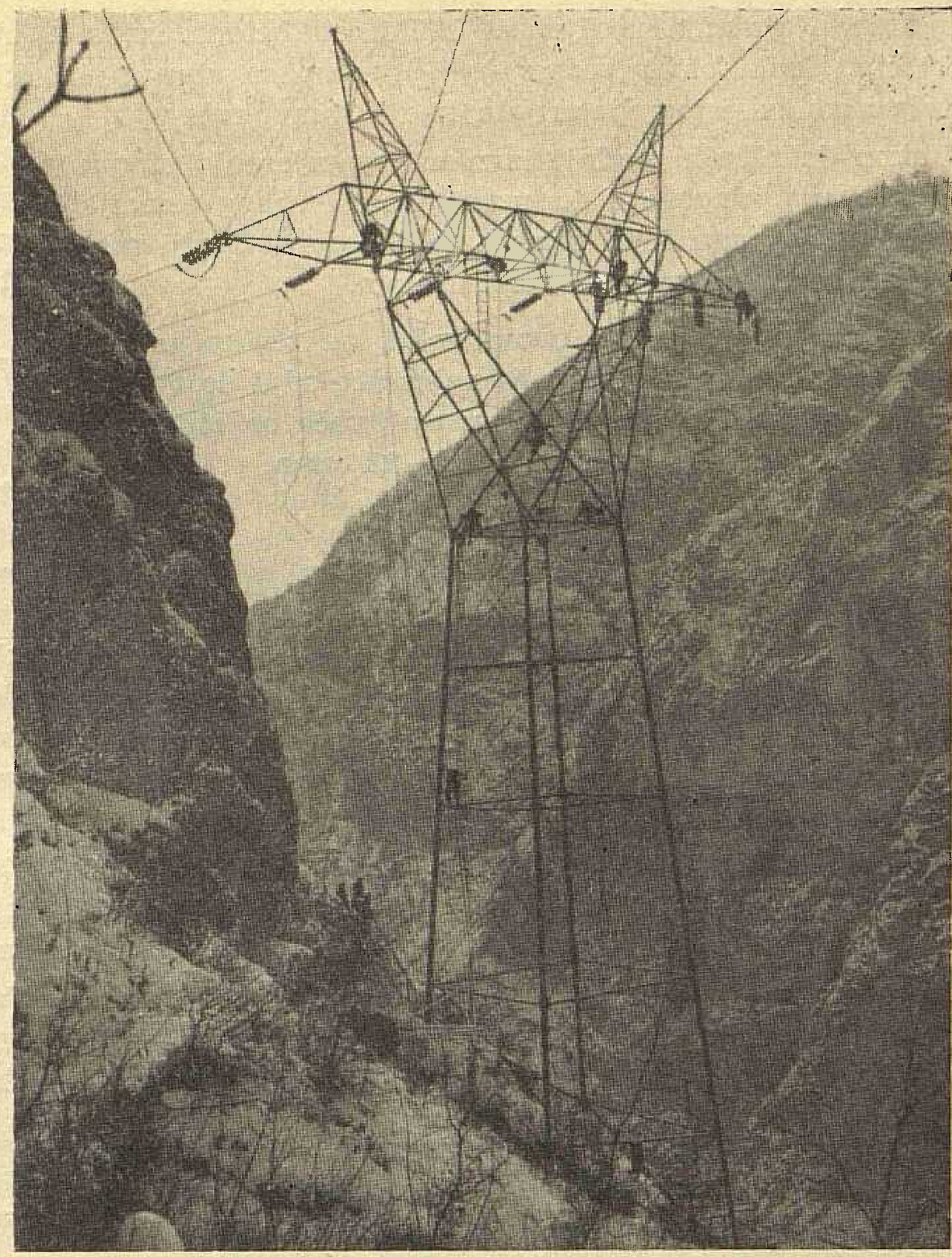
Sve što je rečeno za temlje stupova vodova sa dvije trojke, vrijedi i za temelje stupova vodova sa jednom trojkom.

Na poplavnim područjima oko rijeke Save izvedeni su specijalni povišeni temelji, a povišenje je toliko, da je gornji rub temelja viši za 0,5 m od katastrofalno visoke vode. Na osnovu ovog kriterija visine izdignutih temelja iznose od 1,10 m do 7,10 m. Izdignuti temelji do visine od 3,60 m normalne su ivzedbe kao i ostali temelji na vodu, samo je dio temelja iznad zemljišta znatno viši. Temelji izdignuti više od 3,60 m, sl. 6, nalaze se u inundacionom području rijeke Save, te gdje postoji opasnost od podlokavanja. Stoga su temeljeni na bunarima, do dubine od 6 metara. Temeljenje je izvršeno specijalnim strojem marke »Benoto«. Temeljenje je izvršilo poduzeće »Elektrosond« Zagreb, koje je o tome izdalo posebnu publikaciju.

Zbog povećanja stabilnosti, sva četiri temelja povezana su armirano-betonskim gredama i to dva puta:

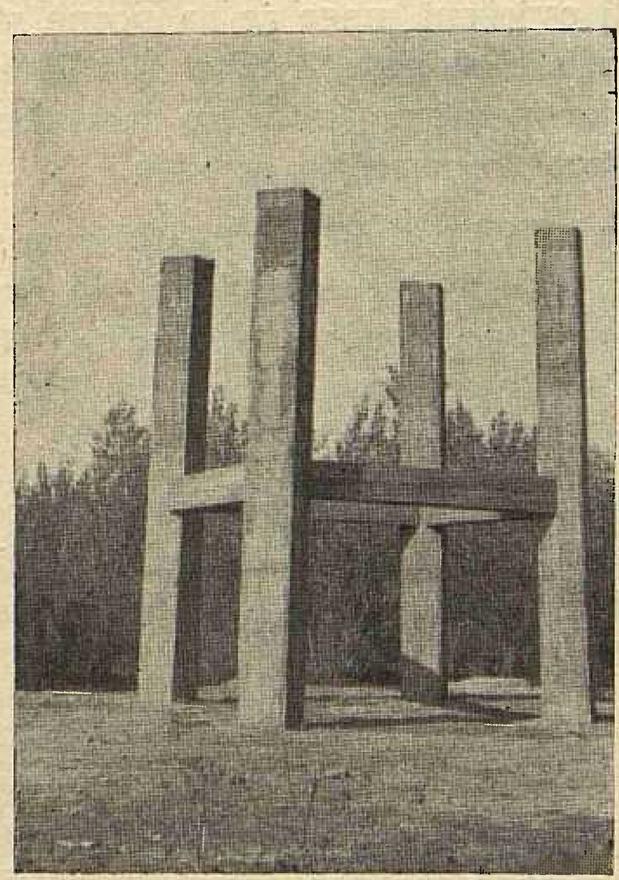


Sl. 4. Nosni stup



Sl. 5. Zatezni stup.

u razini zemlje i na polovini nadzemne visine temelja. Temelji su proračunati za pritisak vode i leda, i uslijed toga jako armirani.



Sl. 6. Izdignuti temelji

Za temelj visine 7,10 m iznad zemlje, koji se nalazi na najnepovoljnijem mjestu obzirom na eroziju i visoku vodu, utrošeno je 39 m^3 betona, 7500 kg betonskog čelika i 1000 kg profilnog čelika za zaštitu od mehaničkog oštećenja uglova. Na spomenute temelje postavljen je stup sa dvije trojke, a visina do donjeg ruba konzole iznosi 23,15 m.

Na prelazu voda 110 kV Mraclin-Resnik preko rijeke Save, kod mjesta Novaki, postavljeni su prelazni zatezni stupovi izvan današnjih nasipa, dok su sva tri prelazna nosna stupa, koja se nalaze u inundacionom području, izvedena sa povišenim temljima visine 6,25, 6,5 i 7,1 m, a prema gore opisanoj konstrukciji. Na ovom mjestu rijeka još nije regulirana, te nije bio postavljen zahtjev da se provedu sigurnosne mjere kao kod plovnih rijeka. Te mjere su međutim provedene na ovom prijelazu u rasponu, u kojem će se nalaziti buduće regulirano korito rijeke Save, pri čemu je uzeta u obzir za određivanje visine stupova kota velike vode, sa sigurnosnom visinom od 15 m.

Na prijelazu voda Klara-Resnik preko rijeke Save kod mjesta Mićevac također još nije izvedena regulacija rijeke. Prelazni nosni stupovi imaju uzdignute temelje za 4,5 m i temeljeni su na bunarima, dok prelazni zatezni stup ima normalne temelje sa povišenjem od 2,65 m iznad zemljišta.

Uzemljenje

Uzemljenje je izvedeno prema francuskoj praksi i to tako da su položeni oko temelja okviri od betonskog čelika, promjera 8 mm. Jedan od okvira položen je na dnu jame, dok je drugi okvir postavljen u polovini dubine iskopa, a ne manje od 1 m ispod površine

zemlje. Najmanja udaljenost čelika od betona iznosi 10 cm. Svaki okvir povezan je posebno sa stupom i to vezom od istog materijala kao i sam okvir.

Nakon dovršenja gradnje izvršena su mjerenja otpora uzemljenja stupova i to uzemljivača svakog temelja posebno, a osim toga mjeren je i otpor uzemljivača, uključivo stupa sa zaštitnim užetom.

Rezultati mjerenja na ovom vodu, na teritoriju Hrvatske iznose za uzemljivače najčaešće od 4 do 6 oma, ali ne preko 11 oma. Otpor uzemljivača sa stupom i zaštitnim užetom iznosio je 0,2—3,1 oma.

Užeta

Vodiči na svim dionicama su alučelična užeta presjeka 240/40 mm². Na teritoriju NR Hrvatske izvršeno je zatezanje vodiča tako, da odabrano naprezanje kod —5° C i nazivnog dodatnog tereta ne prekorači 10 kg/mm², dok je na teritoriju NR BiH ova vrijednost 8 kg/mm². Ovo smanjenje zatezanja na teritoriju NR BiH uzeto je s obzirom na nepovoljniju konfiguraciju tla i djelomično planinsko zemljište, kao na primjer iznad kanjona rijek Vrbas. Na ovim dionicama moglo se očekivati veće raspone, uvjetovane konfiguracijom zemljišta i eventualno nepovoljnije klimatske uvjete, što se prilikom projektiranja htjelo uskladiti smanjenim zatezanjem vodiča. Na svim mjestima prijelaza željezničke pruge i autoputa smanjeno je zatezanje vodiča. Na prijelazima rijeke Save smanjeno je zatezanje vodiča na 8 kg/mm², a na prijelazu rijeke Kupe na 5 kg/mm², jer se nalazi u polju prijelaza želj. pruge. Na mjestima prijelaza ostalih rijeka nije smanjeno naprezanje vodiča.

Zaštita vodiča od vibracija provedena je na nosnim stupovima prutastim prigušivačima (armor-rods), a na zateznim stupovima sa prigušivačima tipa »Stockbridge«.

Zaštitna užeta su pocinčana čelična, prekidne čvrstoće 70 kg/mm², presjeka 50 mm². Kod horizontalnog rasporeda vodiča su dva zaštitna užeta, dok je kod rasporeda vodiča u trokutu samo jedno zaštitno uže. Odabrano naprezanje zaštitnih užeta kod —5° C i nazivnog dodatnog tereta iznosi 28 kg/mm² odnosno 24 kg/mm², dok je na mjestima prijelaza naprezanje zaštitnih užeta smanjeno u skladu sa vodičima. Pri tome je vođeno računa, da se u rasponu ne smanji kut zaštite vodiča u polju u odnosu na kut zaštite na stupu. Kut zaštite na svim stupovima iznosi 30°.

Izolatori i ovjesni materijal

Dimenzioniranje izolatora izvršeno je prema tada važećim njemačkim VDE propisima, prema kojima je za mehaničko dimenzioniranje kapastih izolatora mjerodavan elektromehanički teret izolatora, dok se električki dimenzionirani izolatorski lanac prema srednjoj vrijednosti preskočnog napona. Za mrežu 110 kV sa uzemljenom nul-točkom, ta je vrijednost 231 kV, što je postignuto sa izolatorskim lancem od 6 članaka tipa K 170/280. Zatezni izolatorski lanci su dvostruki i imaju po 7 članaka kapastih izolatora.

Pri izboru ovjesnog i spojnog materijala, a naročito zaštitne armature od prenapona, bitno je utjecao zahtjev o mogućnosti kasnijeg prijelaza na napon 220 kV. Prvobitno je postojala namjera da se vod Hidroelektrana Jajce I-Mraclin predvidi za obje trojke zaštitna armatura za 220 kV- a za ostale vodove armatur za 110 kV. Kasnije je bio usvojen prijedlog, da se za vod Jajce I-Mraclin za jednu trojku predvidi zaštitna armatura za 110 kV, a za drugu trojku armatura za 220 kV.

Nosna ovjesna stezaljka je zglobna i gibiva u svim smjerovima. Za zateznu stezaljku došla su u obzir dva tipa i to: kompresiona i stremenasta stezaljka. Odustalo se je od kompresione stezaljke, jer je bila vrlo hitna izgradnja voda, te nije bilo vremena da se montažno osoblje uvede u način montaže kompresionih stezaljki. Osim toga, zbog naknadnog prijelaza od 110 kV na 220 kV, ne bi bilo moguće upotrebiti kompresionu stezaljku, jer bi bila nemoguća demontaža stezaljke sa užeta, i ponovna upotreba. Zbog navedenih razloga odabrana je za predmetni vod zatezna stremenasta stezaljka.

Zaštitna armatura za 110 kV sastoji se od jednostrukih rogova gore i dolje, dok su za trojku predviđenu za 220 kV odabrani gore rogovi, a dolje prsteni.

Zaštitno uže je na nosnim stupovima učvršćeno gibivom stezaljkom, a na zateznim stupovima stremenastom stezaljkom.

Za alučelično i čelično uže upotrebljene su zarezne spojke. Kompresione spojke nisu upotrebljene iz istih razloga kao ni kompresione zatezne stezaljke.

Montaža električne opreme

Kao što je uobičajeno, prvo su bila montirana zaštitna užeta, razvučena konjskom spregom. Na Y stupovima predstavljala je zatega na vrhu stupa olakšanje pri dizanju zaštitnog užeta od konzole do vrha stupa. Pri razvlačenju užeta zatega je uvjetovala posebne koture, koji nisu bili ovješeni, nego je sa nosne stezaljke zaštitnog užeta bilo skinuto ležište stezaljke, a na postolje stezaljke montiran kotur za razvlačenje, koji je za ovu priliku bio naročito izrađen.

Prilikom razvlačenja vodiča upotrebljena su motorna vitla koja su u tu svrhu nabavljena od firme Brown-Boveri, Mannheim, Zapadna Njemačka. Diesel motor od 25 KS pokretao je motorno vitlo. Istovremeno se može razvlačiti i kočiti samo jedno uže.

Jedna garnitura za razvlačenje sastoji se od motornog vitla i kočnice, što omogućuje razvlačenje zateznog vodiča u tolikoj mjeri, da je onemogućen dodir vodiča sa zemljom.

Vitlo i Diesel motor montirani su na pokretnom postolju, koje kamion prevozi kao prikolicu.
Razvlačenje je vršeno pomoćnim čeličnim užetom, promjera 9 mm, koje je izrađeno u tvornici Novkabel, Novi Sad. Dužina užeta iznosila je 4500 m i to iz jednog komada.

Svako vitlo ima dva pomoćna užeta. Dok se jednim užetom razvlači vodič, drugo uže se priprema za razvlačenje drugog vodiča. Motorno vitlo upotrebljava se osim za razvlačenje, još i za zatezanje vodiča. Zatezanje zaštitnog užeta vršeno je pomoću vitla, montiranog na prednjoj strani kamiona. Spajanje vodiča i

pomoćnog užeta vršeno je pomoću okretne spojnice i krajnje čarapice, dok se spajanje vodiča za vrijeme montaže vršilo pomoću spojne čarapice.

Prvi puta su u našoj zemlji upotrebljeni na jednom velikom objektu prutasti prigušivači. Prije toga primijenjeni su ovi prigušivači na vodu 110 kV Pekre-Strnišće i to za aluminijsko uže presjeka 500 mm². Na nekim dionicama montaža prigušivača je vršena na zemlji, dok je na drugim dionicama vršena na stupu. Iskustvo je pokazalo da je povoljnija montaža na stupu, jer otpada spuštanje užeta, čime se postiže ušteda na vremenu. Na nekim mjestima trebalo je naknadno pomaknuti uže u nosnoj stezaljci za nekoliko metara, što je uzrokovalo demontažu i ponovnu montažu novog prigušivača. Ovo se može smatrati lošom stranom ove vrsti prigušivača.

Provjes jednog vodiča mjeren je pomoću letava, dok su ostali vodiči uravnati prema njemu i to pomoću geodetskog instrumenta.

Prijelaz na napon 220 kV

Vod Hidroelektrana Jajce I-Mraclin je vod sa dvije trojke kod napona 110 kV, a predviđeno je, da se kasnije pretvori u vod napona 220 kV sa jednom trojkom i sa dva vodiča u snopu. Ovo je uvjetovalo glavu stupa, koja omogućava prijelaz na viši napon. U svijetu se ovakvi vodovi dosada izvode jedino sa vodičima, položenim jedan do drugog, sa eventualno manjim razlikama u visini, kao na primjer kod francuskog stupa tipa »Chat« (mačka). Potrebni razmaci među vodičima odredili su veličinu, a donekle i oblik glave stupa. Zbog konstruktivnih razloga zadržana su ovjesišta krajnjih vanjskih vodiča kod 110 kV i kao ovjesišta za vanjske vodiče 220 kV, dok se srednji vodiči premještaju u sredinu prečke.

Zbog lakšeg premještanja odnosno demontaže izolatorskih lanaca upotrebljene su mjesto ovjesnih ušica sa batićem, vilice sa batićem, koje omogućavaju demontažu odnosno premještanje izolatorskog lanca bez skidanja stremena sa konzole.

Za sada ne postoje iskustva u zemlji za pretvaranje vodova nižeg napona u viši, a i u inozemstvu su minimalna iskustva, jer je tek u 1957. godini u Francuskoj izvršen prijelaz voda 225 kV sa dvije trojke na vod 400 kV sa jednom trojkom, sa dva vodiča u snopu.

U projektu nije do kraja obuhvaćen način prijelaza na napon 220 kV zbog pomanjkanja iskustva, ali je odabran materijal koji će omogućiti bez daljnjega prijelaz na viši napon. Tom prilikom bi se demontirala armatura nosnih izolatorskih lanaca za 110 kV, osim nosne stezaljke, koja bi se zajedno sa vodičem montirala na izolatorski lanac za 220 kV. Dodao bi se odstojnik za vodiče u snopu i pripadajući sitni materijal.

Za razliku od nosnih lanaca, zatezni lanci ne bi se mogli upotrebiti za viši napon, osim zateznih stezaljki, jer bi zatezni lanci za 220 kV bili trostruki, što zahtijeva drukčiju armaturu, nego što je predviđeno za dvostruke zatezne lance. Demontirana armatura dala bi se, nakon kompletiranja, koristiti za druge objekte. Za održavanje razmaka od 400 mm između vodiča u snopu u rasponu, upotrebili bi se odstojnici i to na svakih 60 m.

Potrebno povećanje izolacije izvršilo bi se sa izolatorima lanaca 110 kV, a prema potrebi još i dopunilo novim izolatorima.

Podaci

U tabeli 3 dan je utrošak materijala i to prema podacima dobivenim nakon izgradnje, osim voda HE Jajce I-TS Jajce I i težine stupova, za koje su dani podaci iz projekta, jer se nije raspolagalo podacima izgradnje. U tabeli 4 navedeni su neki tehnički i novčani podaci.

Tabela 3

	Broj stupova		Iskop temelja	Betoniranje	Čelični stupovi	Izolatori	Alučel	Čelična užeta
	nosnih	zateznih						
	kom.	kom.	m³	m³	t	kom.	t	t
Jajce I. — Mraclin	409	71	17270	7870	2039	30000	1230	161
Mraclin — Resnik	43	9	1886	1003	234	3740	135	18
Resnik — Sava	9	4	484	293	51	1213	21	4,5
Sava — Klara	14	4	403	222	44	801	16	3
Resnik — Konjšćina	69	11	1600	729	184	2742	99	13
HE Jajce I. — TS Jajce I.	11	10	652	297	60	1500	24	3,2
Ukupno:	555	109	22295	10414	2612	39996	1525	202,7

Podaci o objektima na području NR Hrvatske

Tabela 4

	Duljina, km	Presjek (mm²) i materijal vodiča	Vrsta stupa	Investicije		Specifične investicije u 10³ din/km
				građ. i ostalo u 10³ din	montažne u 10³ din	
Una — Mraclin	70,2	2×3×240 Ač + 2×50 Č	Čelični stupovi sa predna-pregnutim dijagonalama	317.538	446.718	10.880
Mraclin — Resnik	21,5	2×3×240 Ač + 2×50 Č		96.478	134.859	10.800
	5,3	2×3×240 Ač + 2×50 Č				
Resnik — Klara	6,9	1×3×240 Ač + 1×50 Č		58.837	58.729	9.680
Resnik — Konjšćina	31,5	1×3×240 Ač + 1×50 Č		106.852	115.152	7.050

Izvođači i tvornice

Vod Jajce-Zagreb prolazi teritorijem dviju republika. Na teritoriju Hrvatske investitor je bio »Elektrane« Zagreb, a nakon završetka gradnje preuzeo je vod »Elektroprenos«, Zagreb. U Bosni je investitor za gradnju i pogon »Elektroprenos«, Sarajevo.

Zbog hitonosti i veličinne posla podijeljen je vod na tri dijela i to kako za projekt, tako i za izgradnju.

Dionice su bile:

Jajce-Ivanjska — projektant i izvođač: »Elektrocentar«, Sarajevo

Ivanjska-Una — projektant i izvođač: »Elektrosrbija«, Beograd

Una-Zagreb — projektant i izvođač: »Dalekovod«, Zagreb

Ostale vodove 110 kV između Mraclina i Konjšćine projektirao je i izgradio »Dalekovod«, Zagreb.

Stupove proizveo je »Elektroprojekt«, Sarajevo, uz djelomičnu saradnju spomenutih izvođača dalekovoda.

Užeta je dobavila tvornica Impol, Slov. Bistrica.

Izolatori su nabavljeni u Čehoslovačkoj i Istočnoj Njemačkoj.

Ovjesni materijal je od tvornice Volpato, Milano.

Trajanje gradnje

Kritična energetska situacija na širem području Zagreba tražila je brzo povezivanje tog područja sa centralnim energetskim sistemom.

Izgradnja voda Jajce-Zagreb započela je u proljeće 1956., a završena je u siječnju 1957., t. j. u roku od 8 mjeseci, što se može smatrati vrlo velikim uspjehom, s obzirom na dužinu voda sa dvije trojke, terenske prilike i djelomični rad u zimskim mjesecima, koji su bili vrlo hladni i obilati snijegom.

Uspjeh je rezultat suradnje sviju poduzeća, koja su sudjelovala na gradnji, a od naročitog je značaja, ako se ima u vidu da je sve, osim izolatora i ovjesne armature, izraženo u zemlji, prema domaćim projektima.

ORGANIZACIJA PODUZEĆA »ELEKTRO-SLAVONIJA« I RAZVOJ ELEKTRIFIKACIJE U SLAVONIJI

Stjepan Kragujević, Elektro-Slavonija, Osijek

621.311.1 : 658.16

Članak iznosi historijat razvoja elektrifikacije u Slavoniji, koja je do nedavna bila jedna od najslabije elektrificiranih područja u NR Hrvatskoj. Iznesen je napredak u posljednjih pet godina i razlozi, koji su do toga doveli. Opisana je i organizaciona šema poduzeća ELEKTRO-SLAVONIJA, koja je, prema autoru, vrlo povoljno djelovala na uspješno rješavanje problema izgradnje elektroenergetskih postrojenja i elektrifikacije Slavonije i Baranje. Prikazana je i pozitivna uloga Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske u tom procesu.

Na teritoriju Slavonije i Baranje, djeluje danas poduzeće »Elektro — Slavonija« koje u svome poslovanju obuhvaća proizvodnju i distribuciju električne energije, te projektiranje i izgradnju novih elektro-energetskih postrojenja u svrhu šire elektrifikacije toga područja, kao sporednu djelatnost. S obzirom na dosada postignute uspjehe u pogledu snabdijevanja električnom energijom stanovništva i privrede, te ogromne zadatke koji još stoje pred tim poduzećem, opisat ćemo kako je poduzeće organizirano i kako djeluju organi radničkog upravljanja, kao i probleme i poteškoće na koje poduzeće nailazi u svome poslovanju.

Da bi se bolje shvatio značaj »Elektro-Slavonije« kao poduzeća za elektrifikaciju Slavonije, nužno se moramo osvrnuti na stanje koje je bilo prije osnivanja poduzeća, odnosno djelovanja u sadašnjem obliku.

Do godine 1926. nije, uz neznatne izuzetke, postojalo u Slavoniji poduzeće koje bi se bavilo isključivo proizvodnjom i distribucijom električne energije, tako da nije bilo organiziranog snabdijevanja električnom energijom. U samom gradu Osijeku služili su za rasvjetu plin i petrolej, a gradsko javno saobraćajno sredstvo bio je tramvaj sa konjskom vučom. Postojalo je doduše u Slavoniji nekoliko Diesel- i termoelektrana, ali njihova proizvodnja je služila samo za najuže lokalne potrebe, uglavnom za pogon i rasvjetu tvornica u čijem su se sklopu te elektrane i nalazile, a u manjoj mjeri davana je električna energija za potrebe mjesta u kojem su se nalazile. Većina industrijskih poduzeća imala je vlastitu pogonsku snagu — parne strojeve, Dieselmotore i motore na upojni plin.

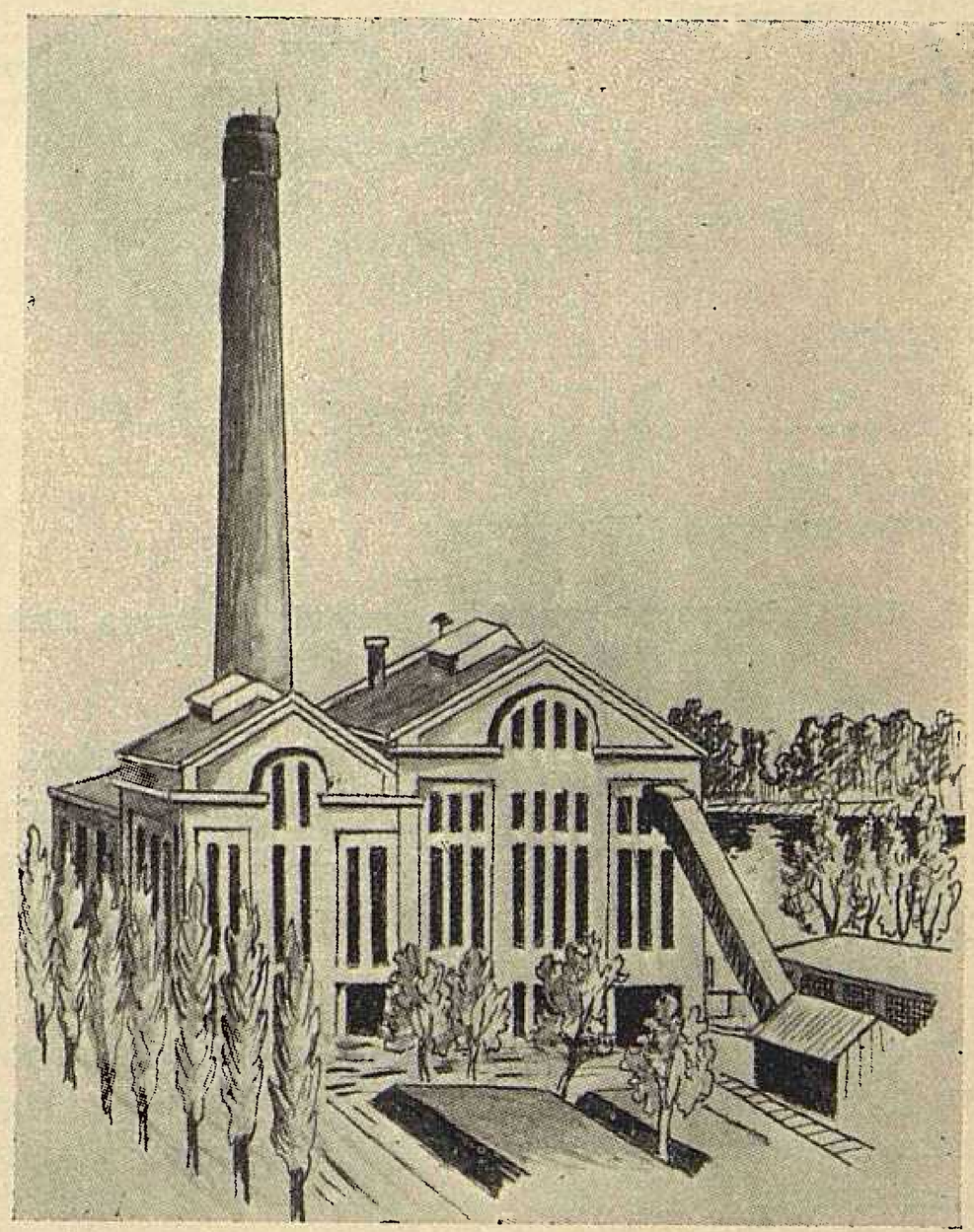
Tek godine 1926. sagrađena je i puštena u pogon prva električna centrala za javne potrebe u Osijeku. Elektrana je imala dva turbogeneratora »Škoda« svaki sa snagom od 0,8 MW, a uporedo je izgrađena i gradska mreža i električni tramvaj. Godine 1938. ugrađen je u osječku termoelektranu još jedan turbogenerator »ČKD« snage 2 MW, tako da je ukupna snaga te elektrane iznosila 3,6 MW. Osječka termoelektrana je djelovala kao gradsko poduzeće »Munjara, tramvaj i vodovod«, a napajala je električnom energijom grad Osijek.

U ostalim sjedištima područnih ureda na teritoriju današnjeg poduzeća »Elektro-Slavonija« bilo je slijedeće stanje:

Vinkovci. Krajem godine 1929. stavljena je u pogon Dieselektrana sa dva agregata ukupne snage 295 kW, a istovremeno je izgrađena i gradska mreža, koja je snabdijevala električnom energijom samo grad Vinkovce.

Đakovo. Prvi izvor električne energije javnog karaktera bila je elektrana na parni pogon instalirane snage 17 kW, puštena u pogon godine 1921. Godine 1924. montiran je u postojećoj elektrani motor na upojni plin, koji je tjerao generator snage 60 kVA, a tri godine kasnije t. j. godine 1927. montiran je Dieselmotor sa generatorom snage 180 kVA. Ta je elektrana napajala, i to samo djelomično, grad Đakovo.

Vukovar. Početak elektrifikacije pada u godinu 1909. kada je u užem središtu grada izgrađena mreža, a snabdijevanje električnom energijom vršilo se je iz Tvornice kudelje u Vukovaru, koja je ujedno vršila raspodjelu i inkaso i to sve do godine 1945., kada se Vukovar počeo snabdijevati električnom energijom iz Kombinata obuće u Borovu.
Županja. Sve do godine 1953. nije bila elektrificirana.
Slavonski Brod. Elektrifikacija je počela godine 1926. kada je u bivšu Tvornicu vagona postavljen Dieselgenerator snage 190 kVA, koji je napajao samo uže područje grada električnom energijom uz velika ograničenja u pogledu potrošnje.
Slavonska Požega. Elektrificirana je još godine 1912. kada je u Kuzmici sagrađena električna centrala sa Dieselagregatom snage 165 kVA i vodnom turbinom sa generatorom snage 295 kVA. Kasnije, 1929. godine, izgrađena je i distributivna mreža i to: godine 1912. u 310 kVA. Uporedo s izgradnjom električne centrale, izgrađena je i distributivna mreža i to: godine 1912. u Sl. Požegi i Kuzmici, a postepeno do godine 1940. elektrificirana su još mjesta: Vidovci (1913.), Srednje Selo (1920.), Viškovci (1921.), Pleternica (1925.), Mihaljevci i Trenkovo (1933.) i Dervišaga (1940.).
Našice. Električna centrala sagrađena je 1914., a pogonska snaga bio je motor na upojni plin koji je tjerao generator snage 120 kVA. Također je bila elektrificirana Orahovica koja je imala generator snage 33 kW, te Đurđenovac koji je kao centar drvne industrije bio elektrificiran još 1891. godine.
Takvo je stanje bilo u Slavoniji u pogledu elektroenergetske situacije prije rata. Za vrijeme drugog svjetskog rata stanje se je još pogoršalo, jer su neke od postojećih električnih centrala bile oštećene ili uništene, tako da je po oslobođenju godine 1945. stanje u pogledu snabdijevanja električnom energijom Slavonije bilo više nego mizerno. (Vidi kartu na sl. 2).
Po oslobođenju kada je radnička klasa preuzela vlast, uzela si je kao prvi i najvažniji zadatak, obnoviti ratom opustošenu zemlju a po tom prići industrijalizaciji i elektrifikaciji zemlje. U tome nastojanju postignuti su zaista ogromni uspjesi, ali se, nažalost, u Slavoniji stanje u pogledu elektrifikacije nije prvih godina po oslobođenju vidno popravilo, tako da je Slavonija ostala u pogledu elektrifikacije jedan od najzaostalijih krajeva naše zemlje. Ima za to i objektivnih razloga, jer su sve snage bile usmjerene pored obnavljanja zemlje, na izgradnju teške industrije i velikih izvora električne energije da bi zemlja na taj način stekla i ekonomsku nezavisnost. Ali pored tih objektivnih razloga postojali su i drugi, a to su u prvom redu slaba organizaciona forma upravljanja poduzeća kojem je bio zadatak da poradi na elektrifikaciji svog područja, pomanjkanje stručnih kadrova i slabost tadašnjeg rukovodstva poduzeća. U to vrijeme lutalo se je u traženju načina kako da se organizira bolje snabdijevanje potrošača električnom energijom, te kako da se pospješi elektrifikacija Slavonije, ali je praktički vrlo malo učinjeno. U tome razdoblju t. j. od oslobođenja 1945. pa sve do 1952. mijenjane su forme upravljanja i organizacije poslovanja. Tako u početku elektroprivredna poduzeća komunalnog značaja, ne samo da nisu imala perspektive daljnjeg razvoja elektrifikacije i izgradnje novih izvora električne energije nego nisu imala ni sredstava, a niti razumijevanja da se postojeća postrojenja održavaju i njeguju. Posljedice su s obzirom na starost i trajanje tih postrojenja bile teške, jer su česti prekidi uslijed kvarova na postrojenjima, u davanju električne energije nanosili neprocjenjivu štetu industriji i ostaloj privredi, a da se i ne govori o širokoj potrošnji koja je bila prva na udaru u pogledu redukcije. U nastojanju da se nađe izlaz iz toga teškog stanja osnovano je krajem godine 1945. poduzeće »ELPOH« koje je u Slavoniji obuhvaćalo osim uprave i pogona Osijek još i 11 područnih ureda i to: Vinkovci, Vukovar, Đakovo, Slavonski Brod, Slavonska Požega, Podravska Slatina, Valpovo, Donji Miholjac, Našice, Nova Gradiška. To je poduzeće trebalo da svojom širinom popravi elektroenergetsko stanje u Slavoniji. Međutim organizacija i način poslovanja toga poduzeća nisu pružali mogućnost neke šire elektrifikacije, a zbog energetske nepovezanosti te pomanjkanja izvora električne



Sl. 1. Termoelektrana Osijek.

energije i financijskih sredstava nije postignut gotovo nikakav napredak niti u snabdijevanju električnom energijom, a još manje u daljnjoj elektrifikaciji Slavonije. Na kraju su područni uredi u mjestima Slav. Požega, Našice, Podr. Slatina, Donji Miholjac, Đakovo, Nova Gradiška, Slav. Brod, Valpovo na zahtjev narodnih odbora u tim mjestima izdvojeni iz poduzeća »ELPOH« i osnovana komunalna poduzeća za proizvodnju i distribuciju električne energije u tim mjestima. Od tih područnih ureda ušli su Našice, Slavonski Brod i Slavonska Požega sa 1. I. 1957. u Zajednicu elektroprivrednih poduzeća Hrvatske nakon čega je u tim mjestima znatno popravljeno stanje u pogledu snbadijevanja električnom energijom kako privrede tako i široke potrošnje.
Radi boljeg razumijevanja nakon toga nastalih promjena uzet ćemo za primjer tri naprijed spomenuta područna ureda Našice, Slav. Brod i Požegu i uspo-

redit ćemo stanje u pogledu elektrifikacije tih mjesta koja su ušla u Zajednicu tokom godine 1957., a do toga su vremena bila komunalna poduzeća.

Područni ured Našice. Komunalno poduzeće, iako je postojalo još 1914. godine poslovalo je još u 1956. na slijedeći način:

Sl. 2. Karta elektroenergetskih postrojenja poduzeća Elektroslavonija krajem 1945. godine.

1) Izvor električne energije bila su 3 generatora na istosmjernu struju snage od po 50 kW s pogonom Dieselmotora. Ta je elektrana radila samo od 17 sati uveče do 9 sati ujutro, a ukupna godišnja proizvodnja iznosila je svega 239 MWh.

2) Ukupna duljina gradske mreže iznosila je 6 km vodova srednjeg napona i 12 km mreže niskog napona. Sva ta distibutivna postrojenja bila su zbog dugog vijeka trajanja, a nikakve njege i održavanja, u vrlo lošem stanju.

3) I pored velikog ograničenja u potrošnji, tarife su bile vrlo visoke i to:

a) kućanstvo	Din/kWh	49.—
b) ugostiteljstvo i obrt . .	„	70.—
c) motori i aparati . . .	„	70.—
d) uredi i ustanove . . .	„	56.—
e) JNA	„	49.—
f) javna rasvjeta . . .	„	40.—

Prosječna cijena za prodanu električnu energiju iznosila je Din/kWh 52,67.

Slav. Brod. Komunalno poduzeće »Struja« je do kraja godine 1956. poslovalo na slijedeći način:

1. I z v o r električne energije: 2 Diesel-agregata, svaki snage po 200 kW od čega jedan neispravan. Grad je napajan električnom energijom iz poduzeća »Đuro Đaković« a ukupne godišnje potrebe električne energije u gradu iznosile su 2575 MWh.

2. D i s t r i b u t i v n a p o s t r o j e n j a: Grad je imao ukupno 7 km vodova srednjeg napona i 60 km mreže niskog napona. Sva su ta postrojenja bila u vrlo lošem stanju, što najbolje ilustriraju veliki gubici u mreži (prosječno po 35%).

3. T a r i f e električne energije bile su slijedeće:

a) kućanstvo	Din/kWh	15.—
b) poslovne prostorije . .	„	45.—
c) motori i aparati . . .	„	40.—
d) javna rasvjeta . . .	„	15.—
e) vodovod	„	15.—
f) mlinovi	„	15.—
g) industrija	„	35.—
h) JDŽ	„	24.—
l) odvodnjavanje . . .	„	24.—
j) obrt i ugostiteljstvo . .	„	50.—
k) kulturne i soc. ustanove	„	20.—

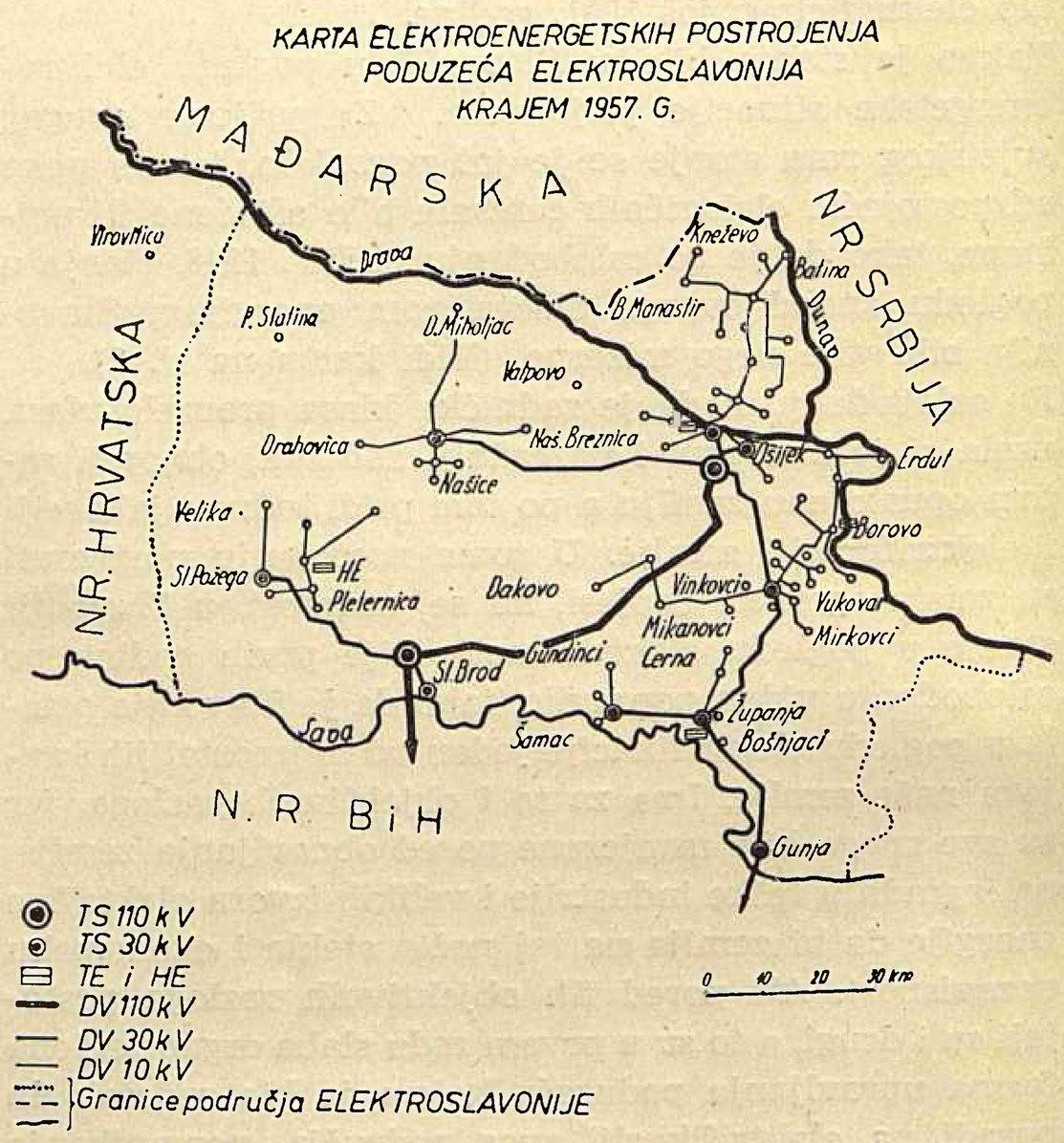
Prosječna cijena električne energije za potrošače iznosila je Din/kWh 23.—.

Područni ured Slavonska Požega. Elektrificirana godine 1912. poslovala je do kraja 1956. kao komunalno poduzeće.

1. I z v o r električne energije: jedan Diesel-agregat snage 310 kVA i jedna vodna turbina snage generatora 295 kVA.

Ukupna godišnja količina električne energije za područje Sl. Požege iznosila je 1.599 MWh.

2. D i s t r i b u t i v n a p o s t r o j e n j a, ukupna dužina vodova srednjeg napona 14 km, a mreže niskog napona 24,4 km.



Sl. 3. Karta elektroenergetskih postrojenja poduzeća Elektroslavonija krajem 1957. godine.

3. Tarife električne energije:

a) kućanstvo	Din/kWh	20.—
b) trgovina i ugostiteljstvo .	„	37.—
c) ustanove	„	37.—
d) industrija	„	37.—
e) javna rasvjeta . . .	„	20.—
f) JNA	„	20.—
g) preprodavci	„	20.—
h) vodovod	„	37.—

Prosječna cijena električne energije za prodaju Din/kWh 29.30.

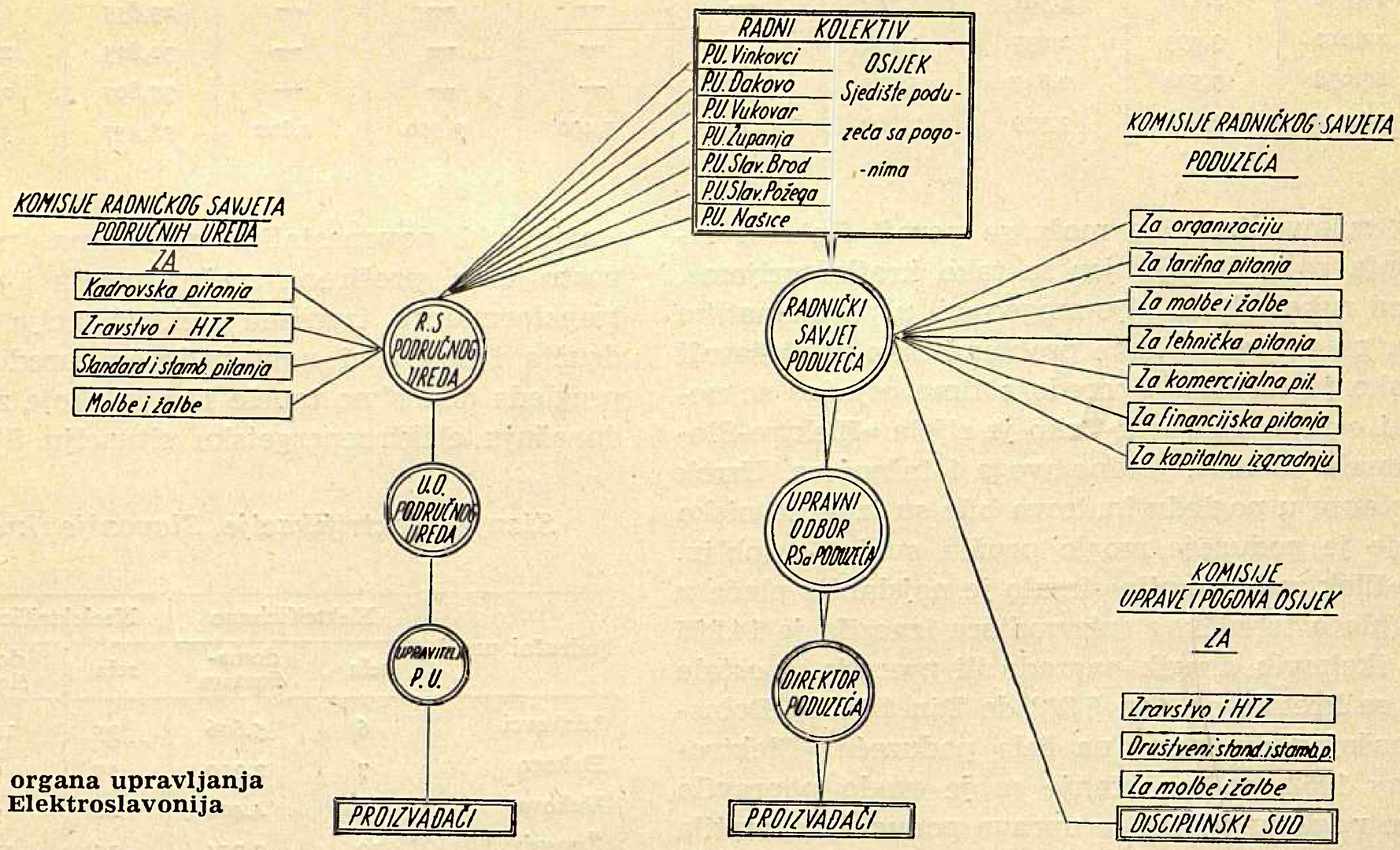
Ulaskom u Zajednicu sa 1. I. 1957. godine ova tri mjesta su galvanski povezana putem 30 kV dalekovoda na postojeće izvore električne energije, čime je otpala potreba pogona skupih i zastarjelih lokalnih elektrana, a otvoreni izvori stalnije, jeftinije i kvalitetnije električne energje, a ujedno stvorene mogućnosti za daljnju elektrifikaciju šireg područja tih mjesta.

Radi bolje usporedbe dajemo tabelarni pregled rekapituliran iz prednjih podataka.

Sasvim različit bio je razvoj elektroprivrednih poduzeća Slavonije: Osijeka, Vinkovaca, Vukovara sa širim područjem, a kasnije i Županje i Đakova.

Ta su poduzeća bila od 1946. do 1952. udružena u bivšem »ELPOH«-u a od 1952. u Zajednicu elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.

Doduše za razdoblje od 1946. do 1952. godine ne bi se moglo govoriti o nekom znatnijem proširenju poslovanja, povećanju konzuma ili nekoj značajnijoj elektrifikaciji, ali je stanje ipak bilo mnogo bolje u tim poduzećima nego u ranije spomenuta tri područja (Našice, Slav. Brod, Požega), jer su se elektroenergetska postrojenja kako tako održavala, a potrošnja je blagom progresijom rasla iz godine u godinu, što se najbolje vidi iz tabele I.



Sl. 4. Shema organa upravljanja poduzeća Elektroslavonija

Područni ured	Elementi za usporedbu	Kao komun. poduz. do 31. XII. 56.	U Zajednici od 1. I. do 29. XI. 57.	Indeks
Našice	km mreže ukupno	18	114	633
	količina raspoložive el. energ. MWh	239	2.004	838
	Prosječna cijena prod. el. energ. Din/kWh	52,67	16,60	31
Slav. Brod	km mreže ukupno	67	130	194
	količina raspoložive el. energ. MWh	2.575	5.448	211
	Prosječna cijena prod. el. energ. Din/kWh	23	14,33	62
Sl. Požega	km mreže ukupno	38	142	374
	količina raspoložive el. energ. MWh	1.599	3.853	241
	Prosječna cijena prod. el. energ. Din/kWh	29,30	15,84	54

Uporedo sa proširenjem mreže izvršene su i značajne rekonstrukcije. Stavljanje potrošačima na raspolaganje dovoljnih količina električne energije po daleko nižim tarifama je u krajnjoj liniji značilo povećanje životnog standarda stanovnika tih područja kao i napredak industrije.

Godina 1952. je prekretnica za Slavoniju, jer gotovo u isto vrijeme padaju tri za elektrifikaciju Slavonije krupna događaja a to su:

— reorganizacija uprave poduzeća,
— učvršćenje organa radničkog upravljanja i
— ulazak poduzeća u Zajednicu elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.

Od toga vremena i počinje nagli razvoj elektrifikacije Slavonije uz neuporedivo brzo popravljanje elektroenergetske situacije toga područja. Zato je vrijedno opisati kakav utjecaj su imali za postizanje tih uspjeha naprijed spomenuti događaji.

Dobro i čvrsto rukovodstvo jednog poduzeća je nesumnjivo jedan od najvažnijih faktora za uspješno poslovanje te privredne organizacije. Međutim baš je uprava tog poduzeća, nažalost, bila do 1952. godine vrlo slaba i dezorganizirana, a dokaz u prilog te tvrdnje je da se u razdoblju od 1945. do 1952. godine izredalo na rukovodstvu »Elektro-Slavonije« ni manje ni više nego 11 direktora, dakle prosječno svake pola godine drugi direktor. Ne ulazeći u razloge tih čestih promjena

Pregled količina električne energije u MWh poduzeća »Elektroslavonija«

Tabela I

Godina	Osijek	Vinkovci	Vukovar	Županja	Đakovo	Sl. Brod	Požega	Našice	Ukupno	Godišnji porast količ. u %	Porast po god. u odnosu na 1946
1946	8,432	731	664	—	—	—	—	—	9,827	—	—
1947	9,772	1,048	661	—	—	—	—	—	11,481	16,8	16,8
1948	11,713	1,532	889	—	—	—	—	—	14,134	23,1	43,8
1949	12,434	1,879	919	—	—	—	—	—	15,532	9,9	58,0
1950	14,206	2,194	919	—	—	—	—	—	17,319	11,5	76,2
1951	14,275	1,946	1,073	—	—	—	—	—	17,294	— 1,5	76,0
1952	14,702	2,066	1,138	—	—	—	—	—	17,906	3,5	82,2
1953	16,688	2,565	1,605	983	—	—	—	—	21,841	22,0	122,2
1954	18,358	2,816	1,504	1,177	—	—	—	—	23,855	9,2	142,7
1955	22,210	3,493	2,037	1,664	1,421	—	—	—	30,825	29,2	213,7
1956	27,038	3,504	2,847	1.852	1,566	—	—	—	37,807	22,6	284,7
1957	34,000	5,668	3,579	2,069	2,419	5,400	3,510	1,812	58,457	54,6	495,0

osnovnog rukovodioca, ne može se poreći štetnost takvog stanja za poduzeće, jer za tako kratko vrijeme, nijedan od rukovodioca nije mogao ući u problematiku poduzeća, pa se prema tome problemi nisu ni rješavali onako kako je trebalo. Uporedo s time osjećao se nedostatak i ostalih kadrova. Tako je cijela »Elektro-Slavonija« imala do 1952. godine svega 1 inženjera. Uzrok takvom stanju u pogledu kadrova bile su izrazito niske plaće koje je poduzeće moglo pružiti svojem osoblju. Osoblje »Elektro-Slavonije« imalo je najslabije plaće u Osijeku (plaća tehničkog rukovodioca iznosila je 14.285 Din, bez ikakovih drugih nagrada ili premija, a ostale plaće su se kretale od Din 5.300 do Din 16.000). Dolaskom današnjeg direktora na čelo poduzeća »Elektro-Slavonija« 1952. godine stanje se je naglo popravilo u svakom pogledu, jer se je uprava poduzeća učvrstila i odmah energično zahvatila u niz problema i počela ih uspješno rješavati. Uporedo s popunjavanjem stručnih kadrova, prišlo se i obimnijim radovima na široj elektrifikaciji Slavonije, a također i na otvaranju novih izvora električne energije. Postignuti uspjesi su zaista značajni, jer je u razdoblju od 1952. do konca 1957. to jest za 5 godina izgrađeno više nego za proteklih 26 godina. Dat ćemo samo grubi pregled izvršenih radova u tome razdoblju, a to su:

Izgradnja termoelektrane snage 5 MW u Županji 1953.
Izgradnja dalekovoda 30 kV Vinkovci — Županja — Brčko 1953.—1954.

Izgradnja TS 30/10 kV u Osijeku, Vinkovcima i Županji 1953.—1954.

Izgradnja dalekovoda 10 kV Vinkovci — Đakovo 1955.
Izgradnja dalekovoda 110 kV Sl. Brod — Osijek 1956.
Izgradnja trafostanice 110 kV u Sl. Brodu 1956. i Osijeku 1957.

Izgradnja dalekovoda 30 kV Slav. Brod — Slav. Požega 1956.

Izgradnja dalekovoda 30 kV Osijek — Našice 1956.
Izgradnja dalekovoda 30 kV Podvinje — Sl. Brod 1956.
Izgradnja TS 30/10 kV Sl. Brod, Sl. Požega, Našice i Gunja 1956.

Pored toga izgrađeni su razni priključni i odcijepni vodovi, izvršene značajne rekonstrukcije postojećih ali zastarjelih i novonastalim prilikama neodgovarajućih postrojenja, proširena zračna mreža i pojačana snaga transformatora, izvršena elektrifikacija niza novih područja i osnovani novi područni uredi. Radi boljeg pregleda donosimo tabele II i III koje zorno prikazuju današnju elektroenergetsku situaciju Slavonije.

Stanje elektrifikacije Slavonije krajem 1957.

Tabela II.

Područni uredi	Elektrificirano		Neelektrificirano		Veličina teriorija
	sela	domaćinstava	sela	domaćinstva	
Vinkovci	6	5.606	35	11.648	1.100 km²
Đakovo	7	2.310	57	9.895	982 km²
Vukovar	7	4.400	20	9.703	258 km²
Županja	10	2.254	15	11.876	840 km²
Sl. Brod	7	6.000	103	20.000	1.993 km²
Požega	24	4.480	172	13.760	1.350 km²
Našice	11	4 172	229	18.939	1.583 km²
Osijek	52	39.366	287	12 183	2.124 km²
Ukupno	124	68.588	900	108.004	9.630 km²

Tabela III.

Područni ured	Duljina vodova u km			MVA Inst. snaga	Broj potroš.	Potrošnja MWh
	visoki napon	niski napon	srednji napon			
Osijek	(70,3)	534,2	501,1	51,6	26.000	27,905
Vinkovci	—	43,0	60,0	5,8	5.213	5,050
Đakovo	—	60,6	44,5	1,5	2.345	2,050
Vukovar	—	77,5	31,4	3,2	4.850	2,756
Županja	—	83,4	50,0	1,9	2.400	1.862
Sl. Brod	—	88,0	41,2	4,1	5.500	3.679
Požega	—	87,8	54,4	2,3	4.480	3,090
Našice	—	49,8	64,1	1,3	4.690	1.631
Ukupno	(70,3)	1 024.3	846,7	71,7	54.478	48,023

Svi ti uspjesi postignuti su upornim radom i dobrom organizacijom poslovanja u tom razdoblju. Poduzeće je osnovalo vlastiti projektantski ured za projektiranje elektroenergetskih postrojenja do 10 kV napona, kao i odjel za izgradnju takovih postrojenja, radi elektrifikacije šireg područja Slavonije koja je omogućena

otvaranjem navedenih snažnih izvora električne energije. Jasno je da je za uspješno izvršavanje ovako velikih zadataka bilo potrebno pribaviti i stručne kadrove u čemu je također postignut uspjeh, jer je danas zaposleno u »Elektro-Slavoniji« pored 8 inženjera i oko 30 tehničara te niz ostalih stručnih lica u pogonu i u upravnom aparatu.

Međutim unatoč do sada postignutih uspjeha predstoje poduzeću još mnogi zadaci, jer je Slavonija bila vrlo zaostala u pogledu elektrifikacije tako da su i danas još velika područja Slavonije i Baranje neelektrificirana. Postoje, doduše, projekti a dijelom i sredstva za izgradnju daljnjih postrojenja, a mnogi su objekti i u izgradnji, tako trafostanica 30/10 kV u Vukovaru, Kneževim Vinogradima i Valpovu, kao i dalekovodi za ta mjesta.

*

U svim navedenim uspjesima »Elektro-Slavonije« potrebno je istaći ulogu organa radničkog upravljanja, jer je dobra organizacija i metoda rada organa upravljanja kao i visoka svijest i zalaganje članova tih organa omogućila izvršenje velikih i teških zadataka poduzeća. Zato smatramo za potrebno da u grubom opišemo organizaciju radničkog upravljanja u »Elektro-Slavoniji«.

Odmah po donošenju zakona kojim su poduzeća predana radnicima na upravljanje, izabrani su organi upravljanja u »Elektro-Slavoniji«. Međutim s jedne strane zbog pomanjkanja iskustva za djelovanje u novim prilikama, a s druge strane i zbog slabosti upravnog aparata, u ono vrijeme nisu ni organi upravljanja odmah u početku našli svoj put, nego se lutalo u traženju najboljeg načina i forme upravljanja poduzećem. Tako je u početku postojao radnički savjet s većinom članova uprave i pogona Osijek, dok su područni uredi bili slabo zastupljeni u tome tijelu, a u upravnom odboru nikako. Jasno je da takav organ upravljanja nije ispunio očekivanja i po isteku mandata izabran je novi radnički savjet za cijelo poduzeće u koji su ušli predstavnici svih poslovnih jedinica u jednakom broju. Taj radnički savjet nije imao svog izvršnog organa, t. j. upravni odbor, i ubrzo se osjetila slabost i ovakove organizacije radničkog upravljanja. Tek na izborima 1956. izabrani su organi upravljanja, kako radnički savjet tako i upravni odbor, u sastavu koji najbolje odgovara strukturi poslovanja cijelog poduzeća. Kako se je u praksi takav sastav organa upravljanja pokazao dobar, opisat ćemo strukturu i metode rada organa upravljanja.

Cijelo poduzeće ima radnički savjet u koji daje uprava i pogon Osijek 30 članova, a područni uredi 28 članova, t. j. svaki P. U. po 4 člana tako da je ukupan broj članova RS-a poduzeća 58. Izvršni organ radničkog savjeta je upravni odbor od 11 članova, od koga je 7 iz uprave i pogona Osijek, a 4 člana iz područnih ureda. Pored toga svaki područni ured ima svoj radnički savjet i upravni odbor (vidi šemu na str. 169.)

Kako se iz šematskog prikaza vidi radnički savjet ima svoje komisije u kojima djeluju ne samo članovi RS-a nego i velik broj ostalih članova kolektiva osobito stručnjaka po raznim pitanjima. Te komisije svaka u svom djelokrugu pretresaju važna pitanja o kojima treba da donesu konačnu odluku radnički savjet, a potom ih dobro razrađeno s prijedlozima predaju RS-u. Prednost je ovakovog načina rješavanja predmeta u tome što radnički savjet dobiva dobro razrađen materijal u prijedlozima, tako da nema potrebe da se ti materijali pretresaju na dugo i široko na sjednicama RS-a, a s druge strane učešće velikog broja članova kolektiva u radu komisija djeluje pozitivno na stručnu izgradnju kako članova RS-a tako i ostalih članova kolektiva. Takav način rada organa uprvljanja pokazao se je kao veoma dobar s obzirom na temeljito i brzo rješavanje materije koja dolazi pred organ upravljanja.

*

Treći važan faktor koji je utjecao na pobojšanje elektroenergetske situacije u Slavoniji bila je bez sumnje Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske. Uloga i zadaci Zajednice su poznati, ali radi boljeg uočavanja činjenica, potrebno je istaći baš one elemente koji su utjecali na razvoj elektrifikacije i poboljšanje elektroenergetske situacije specijalno baš u Slavoniiji, a to je:

a) Dispečerska služba i reguliranje snabdijevanja električnom energijom

b) Izgradnja novih elektroenergetskih postrojenja.

c) Koordinacija rada svih udruženih elektroprivrednih poduzeća.

d) Politika tarifa i cijena za električnu energiju.

e) Centralno obračunsko mjesto za sva udružena poduzeća.

f) Društveni planovi elektroprivrede i utjecaj Zajednice na donošenje posebnih instrumenata za elektroprivredu, kao i prelijevanje novčanih sredstava iz aktivnih u deficitarna poduzeća.

g) Rješenje pitanja plaća u elektroprivredi povezano s osiguranjem stručnih kadrova.

h) Nagrađivanje za pogonsku spremnost radi poboljšanja snabdijevanja električnom energijom.

i) Koordinacija u radu s elektroprivrednim Zajednicama ostalih republika kao i s Jugoslavenskom zajednicom elektroprivrednih poduzeća.

j) Sva ostala nastojanja u vezi s boljim radom i bržim razvojem elektroprivrede kao javne službe.

Već samo naprijed navedeni djelokrug poslova Zajednice pokazuje koliku je, u promatranom razdoblju, Zajednica imala važnost za elektroprivredna poduzeća, a osobito za ona na područjima zaostalim u pogledu elektrifikacije, kao što je slučaj sa Slavonijom.

*

Iz iznesenog možemo zaključiti, da je »Elektro-Slavonija« kao poduzeće u okviru Zajednice, dobrom organizacijom poslovanja postigla u proteklom razdoblju značajne uspjehe u pogledu poboljšanja elektroenergetskog stanja u Slavoniji i Baranji.

Da se ne bi zakočilo daljnji razvoj, za koji postoje potrebe, u narednom razdoblju treba imati u vidu ove probleme:

— pitanje financijskih sredstava potrebnih za održavanje postrojenja,

— problem zadržavanja postojećih kadrova,

— problem daljnje elektrifikacije šireg područja, prvenstveno sela i poljoprivrede i

— problem malih neekonomičnih proizvodnih jedinica, koje bi samim svojim postojanjem povećala troškove distributivnog poduzeća. Ovaj problem bi se mogao pojaviti, ukoliko bude postojala tendencija organiziranja distribucije posebno za svaku komunu, koje je pravo po postojećim zakonima zagarantirano svim komunama.

Uspješnim rješenjem navedenih problema, postignut tempo razvoja u zadnjih 5 godina mogao bi se uspješno nastaviti i dovesti Slavoniju s Baranjom iz ranije zaostalosti na tom polju u red naših dobro elektrificiranih područja.

JEDINSTVENI SISTEM ZA ANALITIČKU PROCJENU RADNIH MJESTA U ELEKTROPRIVREDI

Ante Alajbeg, Elektrodalmacija, Split

331.214:621.311.1

U težnji da se postigne što veća produktivnost rada i provede što ispravnije nagrađivanje za izvršeni rad provodi se u privrednim organizacijama analitička procjena radnih mjesta. Autor izlaže način kako da se pojedina radna mjesta u elektroprivredi ocijene po jedinstvenom sistemu, budući da je i elektroprivreda obuhvaćena Odlukom o provođenju analitičke procjene radnih mjesta.

Težeći k većoj proizvodnosti rada, kako u interesu cjeline, tako i na korist pojedinca-izvršioca došlo se je do zaključka, da se i kod nas uvede jedinstveni sistem za analitičku procjenu radnih mjesta, i to za sada u industriji (uključiv i granu 111), građevinarstvu i saobraćaju.

Savezno s time prikazat ćemo osnove toga sistema. Jedinstveni sistem za analitičku procjenu radnih mjesta postavlja određene kriterije za postupak pri ocjenjivanju radnih mjesta i to takove, koji se primjenjuju u svim privrednim organizacijama jedne privredne grane, pa otud mu i naziv »jedinstveni«.

Analitička procjena radnih mjesta je propisana metoda za utvrđivanje »težine«, odnosno »vrijednosti« pojedinog radnog mjesta. S tim u vezi osnovni zadatak analitičke procjene radnih mjesta je taj, da prema težini, odnosno vrijednosti, odredi pravilan odnos između pojedinih radnih mjesta u privrednoj organizaciji. Pod radnim mjestom razumijeva se djelokrug rada jednog radnika.

Pod djelokrugom rada razumijevaju se poslovi, operacije, ili jedan posao-operacija, odnosno zahvat, koje obavlja jedan radnik. Ako više radnika obavlja iste poslove ili opercije, pod istim uslovima rada, onda se smatra da svi rade na jednom istom radnom mjestu. Pod radnicima u ovom »sistemu« razumijevaju se sve osobe zaposlene u privrednoj organizaciji.

POSTUPAK ZA PROVEDBU ANALITIČKE PROCJENE RADNIH MJESTA

Postupak za provođenje analitičke procjene radnih mjesta dijeli se u etape, a ove u faze.

I. Prva etapa — pripremni radovi

Prva etapa analitičke procjene radnih mjesta obuhvaća pripremne radove, koji se izvršavaju u slijedećim fazama:

1. faza

Prva etapa analitičke procjene radnih mjesta obu-
Ove odabire radnički savjet privredne organizacije u tolikom broju, koji je dostatan da se zadatak izvrši pravilno i na vrijeme. Pri ovome naročito treba paziti, da se odaberu lica, koja dobro poznaju organizaciju i tehnološki proces poduzeća, kao i poslove koji se obavljaju, dnosno koje bi trebalo obavljati na pojedinom radnom mjestu.

Izabrani radnici za vršenje procjene sačinjavaju komisiju za analitičku procjenu radnih mjesta, a na čelu ove stoji predsjednik koji rukovodi radom iste. Predsjednik je također jedan od izabranih po radničkom savjetu. — Ako je privredna organizacija toliko velika, da posao ne može obaviti jedna komisija, onda radnički savjet odabire jednu ili više podkomisija, koje rade po uputstvima glavne komisije, koja je imenovana također od radničkog savjeta.

2. faza

Druga faza obuhvaća proučavanje sistema za provođenje analitičke procjene radnih mjesta kako bi se dotični zadatak mogao što pravilnije izvršiti.

3. faza

Treća faza obuhvaća rad na sastavljanju plana rada za provođenje analitičke procjene.

4. faza

Četvrta faza obuhvaća psihološku pripremu radnika, koja se postizava odgovarajućim predavanjima i inim upoznavanjem radnika sa metodom rada i svrhom analitičke procjene.

5. faza

Peta faza obuhvaća anketiranje putem anketnih listova, dijeljenje radnicima, i njihovo ispunjavanje od strane radnika.

Anketni list sadrži slijedeće podatke:

a) Organizaciona jedinica,
b) Broj radnog mjesta,
c) Naziv radnog mjesta ili službe,
d) Ime i prezime izvršioca (radnika).

Radnik treba da ispuni odgovore na slijedeće upite:

1. Ime i prezime neposrednog rukovodioca.
2. Broj neposredno podređenih.

3. Imena i prezimena neposredno podređenih (preko 8 ne upisuje se).
4. Materijal s kojim se radi.
5. Sredstva pomoću kojih se radi.
6. Odgovornost izvršioca.
7. Ovlaštenje izvršioca.
8. Opis glavnih i sporednih poslova rađenih u toku 6 dana i to svaki dan posebno.

6. faza

Šesta faza obuhvaća rad na sređivanju podataka iz anketnih listova i sastavu popisa radnih mjesta.

II. Etapa — provođenje analitičke procjene

Nakon pripremnih radova prelazi se na provođenje analitičke procjene radnih mjesta. Taj rad se sastoji od više faza, koje se odvijaju redoslijedom:

1. faza: Opis radnih mjesta,
2. faza: Analiza radnih mjesta,
3. faza: Ustanovljenje »najviših primjera u poduzeću«,
4. faza: Stepenovanje,
5. faza: Bodovanje,
6. faza: Rangiranje,
7. faza: Kontrola objektivnosti,
8. faza: Objava rezultata,
9. faza: Žalbeni postupak.

Opis i analizu vrše, kao i sve ostale poslove u vezi s analitičkom procjenom, članovi komisije za analitičku procjenu radnih mjesta, a ovi trebaju biti, kako je već naglašeno, stručnjaci u poduzeću, koji dobro poznaju radna mjesta.
Opis radnog mjesta treba da bude potpisan od izvršioca t. j. onog radnika, koji na tome mjestu radi i od rukovodioca odjela u čiji djelokrug rada spada dotično radno mjesto u znak suglasnosti s opisom radova predviđenih za dotično radno mjesto.

1. faza.

Opis radnih mjesta vrši se na za to propisanim tiskanicama, i to za radnike na obrascu 01, a za službenike na obrascu 02.
Opis radnih mjesta za radnike na obrascu br. 01 sadrži slijedeće podatke:

a) Organizaciona jedinica,
b) Radno mjesto broj . . .,
c) Djelokrug rada,
d) Normalni učinak (za 8 sati rada),
e) Materijal (koji se troši na dotičnom radnom mjestu),
f) Pogonski uređaji i alat,
g) Osnova za rad,
h) Podaci o organizaciji,
i) Neposredni rukovodilac,
j) Broj podređenih,
k) Sistem rada (po vremenu, po učinku i t. d.),
l) Plaćanje (na sat, po komadu, i t. d.),
m) Broj smjena,
n) Trajanje jedne smjene,
o) Tehnološki proces i tok radova.

Opis radnih mjesta na obrascu br. 02 za službenike sličan je onome za radnike.
Opis radnih mjesta na propisanim obrascima 01 i 02 zajedno s popisom radnih mjesta čini osnovnu dokumentaciju za analizu i stepenovanje.

2. faza.

Analiza radnih mjesta. Prije nego prijeđemo na prikazivanje postupka za analizu, stepenovanje i ostalih daljnjih faza rada na analitičkoj procjeni, potrebno je reći, da se procjena radnih mjesta po jedinstvenom stepenu vrši na osnovu grupa zahtjeva i pojedinih zahtjeva i to kako je prikazano u tablici 1.

Tablica 1.

Grupa zahtjeva	Pojedini zahtjevi
A — zvanja i sposobnosti	A_1 — školsko znanje — teoretska obuka A_2 — složenost — praktična obuka A_3 — spretnost A_4 — rukovođenja
B — odgovornost	B_1 — odgovornost za pravilno obavljanje poslova B_2 — odgovornost za sredstva rada B_3 — odgovornost za proces rada i sigurnost drugih (odgovornost nižih rukovodilaca) B_4 — odgovornost za vršenje službi od općeg značaja za poduzeće
C — napor	C_1 — umni napor C_2 — napor čula C_3 — fizički napor C_4 — napor u odnosima sa drugima
D — uslovi rada	D_1 — opasnost od prehlade i rad na otvorenom D_2 — opasnost od nesretnih slučajeva D_3 — temperatura D_4 — voda, vlaga i kiselina D_5 — prljavština i prašina D_6 — plinovi, pare, neugodni mirisi D_7 — buka i potresi D_8 — blještavost, nedostatak svijetla

Analiza radnih mjesta vrši se, dakle, redoslijedom grupe zahtjeva i u njoj pojedinih zahtjeva, upisivanjem odgovora prema propisanom »Upitniku za vršenje analize radnih mjesta po jedinstvenom sistemu analitičke procjene radnih mjesta u oblasti industrije« (objavljen u Dodatku Službenog lista br. 31/57).
O pravilno izvršenoj analizi radnih mjesta ovisi pravilnost daljnjeg rada na analitičkoj procjeni, te je veoma važno, da se analizama posveti najsavjesnija pažnja, kako bi i daljni rad na procjeni predstavljao rezultat najsavjesnijih nastojanja svakog pojedinog člana komisije za analitičku procjenu.

3. faza.

Ustanovljenje najviših primjera u poduzeću treba da izvrši komisija za analitičku procjenu prije nego prijeđe na stepenovanje. Ovo ustanovljenje najviših primjera predstavlja u stvari ustanovljenje raspona između, po vrijednosti, najnižeg i najvišeg mjesta u poduzeću, i služi komisiji za orijentaciju i uspoređivanje pri daljnjem radu t. j. stepenovanju radnih mjesta.

4. faza.

Stepenovanje se vrši nakon izvršene analize radnih mjesta. Stepenovanjem se vrši ocjenjivanje inteziteta pojedinih zahtjeva. Intenzitet pojedinog zahtjeva izražava se sa pet stepeni i to ovako:

1. stepen: nikakav, neznatan,
2. stepen: mali,
3. stepen: srednji,
4. stepen: veliki,
5. stepen: vrlo veliki.

Ako se intenzitet kod nekog zahtjeva pojavljuje između dva stepena, to se izražava međustepenom, na pr.: međustepen između stepena 1 i stepena 2 označava se sa 1/2; međustepen između stepena 2 i 3 označava se sa 2/3; i t. d.

Za svaki stepen, odnosno međustepen, intenziteta propisane su za svaku grupu, odnosno za svaki zahtjev u grupi definicije, kojih se treba pridržavati pri vršenju stepenovanja. Na pr.: za stepen 3 u grupi »Spretnost« definicija glasi: »Poslovi složenijih pokreta tijela, koji se postižu uvježbavanjem preko 3 do 6 mjeseci, — točnost i preciznost rada isključivo ovise o spretnosti, — kombinirani pokreti ruku i nogu uz diktirani ritam rada, — brzo reagiranje prstiju, ruku ili nogu. Unutar, dakle, definicija, postoje varijante, pa je stvar komisije da jednu pravilno primjeni, pa ako ne može ocijeniti u punim stepenima, onda ocjenjuje međustepenima.

Kod stepenovanja je uvijek obavezno postupati na način, da se po jednom zahtjevu stepenuju sva radna mjesta, pa na isti način prelaziti na slijedeći zahtjev, a ne da se odmah za svako radno mjesto izvrši stepenovanje po svim zahtjevima. Redovno stepenovanje svih radnih mjesta odmah po jednom zahtjevu omogućuje bolju usporedbu stepenovanja svih radnih mjesta po jednom istom zahtjevu.

Kad je cijeli posao oko opisa, analize i stepenovanja izvršen, prelazi se na bodovanje.

5. faza.

Bodovanje predstavlja rad na pretvaranju stepenova u bodove. Taj rad je ustvari samo računanje primjenom propisanih veličina za svaki stepen po pojedinom zahtjevu, tako da se na koncu bodovi po svim zahtjevima zbroje. Zbroj bodova za pojedino radno mjesto predstavlja vrijednost dotičnog radnog mjesta izraženog u bodovima.

Izvršenim bodovanjem svih radnih mjesta omogućeno je uspoređivanje vrijednosti pojedinog radnog mjesta sa ostalim radnim mjestima u privrednoj organizaciji. Koliko se bodova može dati za pojedini zahtjev t. j. pojedinom stepenu bit će propisano posebnim tabelama, koje još nijesu objavljene.

6. faza.

Rangiranje se vrši na način, da se sva radna mjesta svrstaju po ocijenjenoj težini, najprije u stepenima (ovi se ne mogu zbrajati jer predstavljaju raz-

Tablica 2.

Zahtjev	Tesar		Tokar		Kovač		Monter		Sladištar	
	stepen	bod	stepen	bod	stepen	bod	stepen	bod	stepen	bod
A_1										
A_2										
A_3										
A_4										
B_1										
B_2										
B_3										
B_4										
C_1										
C_2										
C_3										
C_4										
D_1										
D_2										
D_3										
D_4										
D_5										
D_6										
D_7										
D_8										
Ukupno	—		—		—		—		—	

ličite vrijednosti) i konačno po ukupnom broju bodova i to od najnižeg pa na više. Time je pregledno omogućeno međusobno uspoređivanje ocjene radnih mjesta i potom kontrola objektivnosti izvršene procjene.

Tabelarni pregled stepenovanih i bodovanih radnih mjesta može izgledati kao u tablici 2.

Sastavni dio ovog »Jedinstvenog sistema za analitičku procjenu radnih mjesta« čini Katalog orijentacionih primjera procjene radnih mjesta, koji je objavljen u posebnoj knjizi kao Dodatak Službenom listu br. 31/57.

Pri ovome je važno citirati predzadnji i zadnji stav prvog stupca Uvoda na str. 2. spomenutog Kataloga, koji glasi:

Orijentacioni primjeri mogu olakšati rad privrednim organizacijama u sprovođenju analitičke procjene radnih mjesta, **ali se ovi primjeri ni u kom slučaju ne mogu iz kataloga prepisati** za potrebe poduzeća, jer djelokrug nekog radnog mjesta u poduzeću ne može biti potpuno istovjetan sa onim iz orijentacionih primjera. Teško bi bilo pronaći dva radna mjesta potpuno jednaka u svim elementima procjene, jer se organizaciona šema i sistematizacija radnih mjesta moraju uvijek prilagoditi uslovima određenog poduzeća. Radna mjesta u poduzećima mogu se, dakle, samo usporediti s radnim mjestima iz Kataloga orijentacionih primjera. Takvo uspoređenje olakšat će rad na sprovođenju procjene, jer će se na osnovu orijentacionih primjera vidjeti kako je za slična radna mjesta u katalogu popunjen obrazac opisa radnog mjesta, odnosno upitnik za vršenje analize radnih mjesta. — Na osnovu opisa i analiza radnih mjesta u orijentacionim primjerima izvršena je zatim procjena izražena u stepenu za svaki zahtjev i za svako radno mjesto. **Procjena stepena može također služiti samo kao orijentacija poduzećima u radu na procjeni radnih mjesta . . .«**

Pored spomenutog kataloga postoje i katalozi primjera izrađenih od strane stručnih udruženja, jer je Sekretarijat za rad Saveznog izvršnog vijeća tražio od Savezne industrijske komore da stručna udruženja prema granama privrede izrade orijentacione primjere t. j. kataloge primjera za provedbu analitičke procjene radnih mjesta u dotičnoj grani i to samo za zahtjeve Al, A2 i Cl.

Na temelju toga i Komisija za analitičku procjenu radnih mjesta u privrednim organizacijama grane 111 (proizvodnja, prijenos i distribucija električne energije) izradila je katalog orijentacionih primjera za jedinstvenu ocjenu radnih mjesta za zahtjeve: A1, A2 i Cl, u dvije oveće knjige. Treba istaknuti da je rad oko izrade ovih kataloga za granu 111 bio jako složen posao, jer ovaj katalog u dvije knjige sadrži oko 300 primjera, a osim toga su radna mjesta u grani 111 tako različita i složena s obzirom na složeni tehnološki proces poduzeća i različitost samih poduzeća (proizvodnja, prijenos, distribucija el. energ., te razne sporedne i pomoćne djelatnosti). Osim toga važno je napomenuti da se je ova komisija pozabavila i pitanjem svrstavanja poduzeća u grupe. Naime po službenim propisima izvjesni zahtjevi kao na pr.: rukovođenje i t. d. ocjenjuju se uzimanjem u obzir i grupe poduzeća, a ove su određene brojem uposlenog soblja. Komisija za granu 111 ispravno je stala na stanovište da se taj kriterij grupiranja poduzeća prema broju uposlenih ne može primijeniti i na poduzeća iz grane 111 obzirom da ova imaju velika osnovna sredstva i zato manji broj radne snage u usporedbi sa poduzećima iz drugih grana. Stoga je predložila grupaciju poduzeća u grani 111 na temelju njihovih kapaciteta i to prema tablici 3.

Time je omogućeno pravilno svrstavanje poduzeća iz grane 111 u grupe, koje omogućuju pravilniju primjenu analitičkog procjenjivanja radnih mjesta, nego bi to bilo na temelju broja uposlenih u poduzeću.

Elektroprivredna poduzeća izvršit će, dakle, analitičku procjenu radnih mjesta prema službeno objavljenim propisima i pri tome se pomažući katalozima orijentacionih primjera za zahtjeve Al, A2 i C1 za granu 111, a primjenom grupacije poduzeća prema prednjoj tabeli, koja je također sadržana u spomenutom katalogu, koga je izdala Zajednica jugoslavenske privrede, Beograd, u rujnu 1957.

Ne može se osporiti olakšanje rada komisijama za analitičku procjenu u poduzećima grane 111 baš za-

Grupe poduzeća prema instaliranim postrojenjima

Tablica 3.

Vrst pogona	Grupa poduzeća I	II	III	IV	V
Distribucija					
Razdjelne mreže niskog i visokog napona u km	do 100	100—400	400—800	800—1500	preko 1500
Distributivne transfor. stanice (t. j. x/0,4 kV) u MVA	do 2	2—8	8—20	20—80	preko 80
Broj potrošača električne energije u 1000	do 3	3—10	10—30	30—80	preko 80
Prijenosna poduzeća					
Prijenosni vodovi 35, 110 i 220 kV u km	do 100	100—200	200—500	500—1000	preko 1000
Prijenosne trafostanice 35/10 i 110/35 kV u MVA	do 5	5—15	15—40	40—100	preko 100
Hidroelektrane					
sa instaliranim generatorima u MVA	do 5	5—20	20—60	60—120	preko 120
Termoelektrane					
sa instaliranim generatorima u MVA	do 2	2—10	10—30	30—60	preko 60

Napomene:

1. Da bi se distributivno poduzeće moglo uvrstiti u odgovarajuću grupu potrebno je da ispunjava najmanje dva od traženih uslova, a u slučaju da su uslovi različiti, uzima se aritmetička sredina.
2. Poduzeća za prijenos električne energije, ili pogoni, treba da ispunjavaju oba uslova, da bi mogli dobiti odgovarajuću grupu.
3. Mješovita poduzeća, t. j. poduzeća sa raznim djelatnostima iz grane 111 prelaze u višu grupu, ako su im mješoviti pogoni iste grupe, u protivnom se ocjenjuju prema pogonu najviše grupe.

hvaleći katalozima grane 111 iako je tu i tamo bilo, a bit će i još, u komisijama poduzeća, dilema, kako procijeniti po koje radno mjesto u nekim zahtjevima, jer, naravno, ovi katalozi primjera za granu 111, pa ni sami propisi, ne mogu sve obuhvatiti, ili sve propisati. Svakako treba naglasiti da je rad na analitičkoj procjeni radnih mjesta veoma delikatan i složen zadatak, jer zahtijeva i proučavanje sistema same procjene, uživljavanje u rad, i nadasve s a v j e s n o s t i o b j e k t i v n o s t. O tome svemu ovisi uspjeh procjene, koja ima za cilj, kako je u uvodu navedeno, postavljanje pravilnijih odnosa među radnim mjestima, pravilnijeg nagrađivanja i stimuliranjem koje iz toga slijedi, podizanje proizvodnosti rada na svim radnim mjestima.

R A Z N O

Unapređenje toplinskog gospodarstva u FNRJ

Borba za povećanje produktivnosti na svim područjima privredne djelatnosti u našoj zemlji zahvatila je konačno i područje produktivnosti u korištenju topline goriva.

Količina topline, koja se nužno stavlja na raspolaganje za održanje našeg privrednog potencijala i društvenog standarda u obliku raznovrsnog goriva, u prvom redu uglja i drveta, je veoma velika. Napori koji se ulažu u ekonomizaciju, od skromnih akcija do široko zasnovane sistematske službe, ne mogu promašiti cilj, što je dokazano u drugim zemljama, a u zadnje vrijeme i kod nas.

Razvoj savremene tehnike, koji se ogleda u osobinama opreme i načinu korištenja topline postigao je tako visoki stepen da se u bližoj budućnosti jedva mogu očekivati skokovi. Neosporno je da forsirano unapređenje ekonomije topline, promatrajući problem u cjelosti, ovisi u velikoj mjeri od obima i tempa kojim se primjenjuje napredak tehnike.

Međutim, zadatak toplinske racionalizacije ne leži isključivo u korištenju tekovina tehnike koje treba iskupiti visokim investicionim ulaganjima. Naprotiv, napori su usmjereni više u pravcu uklanjanja nedostataka na postojećoj opremi, punog korištenja kapaciteta, pravilnog rukovanja i održavanja, uz stalno unošenje savremenih metoda unapređenja opreme i sistema rada. Ovaj način djelovanja obično nije vezan uz veće investicije, te se na ovom području mogu kod nas sa sigurnošću očekivati velike koristi.

U Jugoslaviji nije ovoj problematici ranijih godina poklonjena potrebna pažnja. Do drugog svjetskog rata privredne krize su u prvom redu zahvaćale rudnike uglja, plasman proizvodnje bio je otežan, a nezaposlenost je bila prirodna posljedica. U tim uslovima nije se, logično, mogla razviti ni služba toplinske racionalnosti.

Poslije Oslobođenja u brzom razvoju privrede, a naročito industrije, nije se rješavanju ovog problema pristupilo u prvo vrijeme, naprosto radi velikog broja drugih problema, koji su bili neposredno vezani s izgradnjom novog i povećanjem postojećeg proizvodnog potencijala.

Ali ubrzo se pokazalo da se u našoj zemlji gorivo koristi sa lošim ekonomskim efektom, koje u mnogim slučajevima ima karakter rasipanja, što ima osjetni upliv na kapacitet proivodnje goriva i visinu investicija za rudnike uglja.

Savezna industrijska komora, uviđajući opravdanu potrebu sprečavanjja ovog nekontroliranog odnosa prema potrošnji goriva, a poučena praksom u drugim zemljama, preuzela je inicijativu već koncem 1955. godine za sistematsko djelovanje na području racionalnog trošenja goriva u industriji i domaćinstvu.

Savezna industrijska komora zadužila je ovom problematikom specijalizirane institute i to:

u NRH — Institut za elektroprivredu u Zagrebu — Toplinski odjel

u NRS — Institut za ugalj i Mašinski institut SAN

u LRS — Kemički institut »Boris Kidrič« — Toplinski sektor.

Navedeni instituti u dvogodišnjem djelovanju izvršili su veliki broj zadataka i ostvarili vidne rezultate. Među ostalim zadacima izrađena je kompleksna analiza toplinsko-energetske privrede naše zemlje, u cilju dobivanja detaljnog uvida i ustanovljenja ekonomskog opravdanja službe toplinske racionalizacije u Jugoslaviji. (Ekonomska opravdanost toplinske racionalizacije u FNRJ, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1957. godine). U slijedećem dajemo neke glavne podatke iz navedene analize:

Za pokrivanje cjelokupne potrošnje FNRJ (1956. god.) angažirano je ukupno energije iz prirodnih izvora (ugalj, drvo, sirova nafta, zemni plin, vodna snaga) godišnje brutto oko

147.500 milijardi kcal

Po odbitku gubitaka za pretvaranje u više oblika (električna energija, plin, derivati nafte, koks i t. d.) i ostalih rashoda, preostaje za korištenje u FNRJ netto oko

119.000 milijardi kcal

ili 80%

Ovako zamašne količine energije, pretežno toplinske, služe za korištenje u FNRJ. Međutim, od ove količine pretežni dio promiče u obliku neizbježnih i izbježivih gubitaka. Stvarno iskorištena energija je relativno mala, a ovisna je od mnogih faktora. Na faktore koji su u vezi sa izbježivim gubicima može se uspješno utjecati.

U svim zemljama, u kojima se polaže važnost na štednju goriva, ide se za tim da se putem službe toplinsko-energetske racionalizacije poveća ekonomski stepen iskorištenja, t. j. da se energije koje beskorisno promiču svedu na najmanju, odnosno ekonomski opravdanu mjeru.

Da bismo ustanovili kvalitet našeg toplinsko-energetskog gospodarstva bilo je potrebno proanalizirati veći dio glavnih potrošača u zemlji. Rezultati su pokazali da se za istovjetni proizvedeni kapacitet u drugim, industrijski razvijenim, zemljama troši osjetno manje topline nego kod nas, te da efekat ovog ukupnog viška potrošnje u Jugoslaviji iznosi oko 48 milijardi dinara godišnje.

Ova kratka analiza uvjerljivo dokazuje koristi koje mogu da rezultiraju iz štednje goriva kod sistematskog djelovanja na tom području. Pri tome nisu istaknute i druge koristi za narodnu privredu, a koje su vezane uz smanjenjje potrošnje kao: utjecaj na trend ukupnog povećanja potrošnje goriva, oslobađanje jednog dijela transportnih sredstava i t. d.

Sve ovo dokazuje, da je inicijativa Savezne industrijske komore došla u pravo vrijeme. Sredstva koja su za to stavljena na raspolaganje, premda skromna, omogućila su organiziranje i početno opremanje specijalnih kadrova, kao i stvaranje preduvjeta za sistematski rad. Kao rezultat toga su mnogobrojna ispitivanja i intervencije na terenu, u pogonima i laboratorijima, kao i dragocjeni prijedlozi poduzećima.

Za rješavanje postavljenog zadatka odabrali su spomenuti instituti, u saglasnosti sa Savenozm industrijskom komorom, metode rada, koje se zasnivaju na iskustvima u drugim zemljama, primijenjeno za naše prilike i potrebe. Ove metode predviđaju slijedeće vrste intervencija u cilju ekonomizacije toplinskog gospodarstva:

1. »Pregledi« ili t. zv. prva pomoć
2. Detaljna ispitivanja
3. Specijalni zadaci.

Kriterij za izbor postupka je važnost poduzeća kao potrošača goriva (toplinski intenzitet), stanje toplinskog gospodarstva u poduzeću, kao i značaj problema za narodnu privredu.

— »Pregledi« su vrste intervencija, koje omogućavaju brzo upoznavanje današnjeg stanja u većem broju poduzeća, te su vrlo podesni kao osnova za organiziranje sistematske službe racionalizacije. Ova ubrzana intervencija zahvaća veći broj poduzeća, eventualno poduzeća cijele grane industrije, u kojima se putem stručnog pregleda, eventualno kontrolnih brzih mjerenja, analize pogonskih podataka i t. d., određuje približni kvalitet toplinsko-energetskog stanja. Tom prilikom se donose zaključci o tome da li je ova intervencija dovoljna, ili je potrebno pristupiti »detaljnom ispitivanju«. U velikom broju pogona mogu se već na temelju »pregleda« preporučiti prve grube mjere racionalizacije i odrediti približni efekat uštede, kao i orijentaciona visina potrebnih investicija.

— »Detaljna ispitivanja« imaju karakter temeljitog ispitivanja putem mjernih instrumenata. Ispitivanja su pojedinačna za dijelove ili kompleksna za cijela poduzeća. Na temelju rezultata ispitivanja i detaljne analize ustanovljenih problema daju se prijedlozi i ekonomska obrazloženja.

— »Specijalni zadaci« rješavaju problem pravilnog usmjeravanja službe racionalizacije, pomoću njih se iznalaze sredstva za ubrzano djelovanje putem organizirane službe ili putem prenošenja potrebnih uputstava, pomagala i pomoći na sama poduzeća. Nadalje u specijalne zadatke spada izrada osnovne dokumentacije o tehničko-ekonomskim karakteristikama toplinske opreme, goriva, kretanja proizvodnje i potrošnje i t. d., koja je neophodno potrebna za sistematsko djelavanje na tom području.

Navedeni instituti međusobno su rad saobrazili i djeluju na terenu po teritorijalnoj raspodjeli ili po specijalnosti.

Od konca 1955. godine do konca 1957. godine instituti sa izvršili

1. P r e g l e d e u 91 poduzeću i to u:

9 poduzeća grane 111 (termoelektrane)
3 poduzeća grane 114 (crna metalurgija)
4 poduzeća grane 115 (obojena metalurgija)
7 poduzeća grane 123 (industrija papira)
37 poduzeća grane 124 (tekstilna industrija)
6 poduzeća grane 125 (industrija kože i obuće)
25 poduzeća grane 127 (prehrambena industrija).

Za svaki »pregled« poduzeća izrađen je poseban elaborat (izvještaj) sa nalazom, preporukama i ekonomskim obrazloženjem.

Na temelju izvršenih pregleda preporučene su razne mjere racionalizacije, koje se uglavnom svode na slijedeće:

1) Pravilno rukovanje i održavanje kotlovskih postrojenja, postrojenja tehnološkog procesa i razvoda pare.
2) Orijentiranje na ekonomski povoljnije vrste goriva i sortimana istog.
3) Kontrolu rada kotlovskih i ostalih postrojenja putem instrumenata i stručnog nadzora.
4) Usklađivanje i kombiniranje proizvodnje električne energije sa korištenjem izrađene pare (rad na oduzimanju ili protutlačni pogon).
5) Ekonomično korištenje kapaciteta.
6) Smanjivanje gubitaka u toplinskom toku od proizvodnje pare do krajnje potrošnje (uključivo gubici u povratnom kondenzatu).
7) Smanjenje gubitaka uslijed loše ili manjkajuće izolacije cjevovoda i ostale opreme.
8) Kompletiranje najpotrebnijih mjernih instrumenata za kontrolu ekonomičnosti.
9) Moderniziranje toplinski najneekonomičnije opreme tehnološkog procesa.
10) Podizanje stručnog znanja osoblja koje rukuje toplinskim postrojenjem.
11) Stimulativno premiranje osoblja.

2. D e t a l j n a i s p i t i v a n j a izvršena su u 15 poduzeća i to:

9 termoelektrana
1 fabrika cementa
1 poduzeće tekstilne industrije
4 poduzeća prehrambene industrije.

Za svako detaljnjo ispitivanje izrađen je posebni elaborat sa rezultatima ispitivanja, analizama, preporukama i ekonomskim obrazloženjem.

Ukupna vrijednost godišnje potrošnje goriva poduzeća, koja su obuhvaćena akcijom pregleda i detaljnih ispitivanja, iznosi oko *10,2 milijarde dinara*

Realizacija preporučenih mjera racionalizacije ostvarila bi godišnju uštedu prosječno:

kod detaljnih ispitivanja oko 7%
kod pregleda oko 16%

Potrebne investicije za ostvarenje preporučene uštede isplaćuju se u prosjeku (za sve intervencije) iz 15 mjesečnih ušteda na gorivu. Kod većine poduzeća su investicije minimalne, te se svode na dopunu instrumenata i sitne rekonstrukcije. Kod nekih poduzeća razlog povećanih investicija leži u zamjeni dotrajalih kotlovskih postrojenja i opremi tehnoloških procesa.

3. S p e c i j a l n i z a d a c i

U 13 elaborata su instituti obradili niže navedene probleme, koji su značajni za rješavanje zadataka toplinske ekonomike i primjene principa ekonomičnosti u praksi:

a) Elaborat o ekonomskoj opravdanosti toplinske racionalizacije u FNRJ (Institut Zagreb)

Ovaj rad sveobuhvatno analizira privod energija, glavne vrste pretvorbe (oplemenjivanja) i potrošak u zemlji. Iz njega se vidi struktura svih vrsta energija, njihove količine, kvaliteta i primjena. Posebni dio je ekonomska analiza, koja pokazuje kako se ove energije troše kod nas u upoređenju sa evropskim prosjekom, i gdje su glavna vrela gubitaka topline kod nas. Nadalje se obrađuje efekat uštede, koji bi se realno mogao postići sistematskom službom racionalizacije toplinskog gospodarstva sa obračunom rentabiliteta. U elaboratu je istaknuto u kojoj vrsti primjene (saobraćaja, grane industrija i kućanstvo) postoje mogućnosti racionalizacije i kojeg su reda veličine uštede.

b) Sastav parnih kotlova u NRH (Institut Zagreb)

Rad sadržava:

Tehničke karakteristike svih kotlova iznad 20 m² u eksploataciji u NRH.

Ekonomsku analizu koja daje detaljni uvid:

1) u ekonomičnost kotlovskog sastava u NRH;
2) u ekonomsku opravdanost s obzirom na korištenje vrsta goriva, koja su u upotrebi;
3) u povoljnost s obzirom na udaljenost rudnika.

Kritički osvrt sa prijedlozima s obzirom na:

1) orijentaciju na ekonomski povoljna goriva;
2) racionalizaciju u cilju poboljšanja stepena djelovanja kod postojećeg sastava;
3) tempo obnove starih i dotrajalih kotlova i normalni prirast, te sugestije za uvođenje ekonomičnih sistema kotlova;
4) prijedlozi domaćoj mašinogradnji.

c) Katastar izvora toplinske energije u NRH (Institut Zagreb)

Ovo djelo je namijenjeno izboru goriva za ekonomično toplinsko gospodarstvo i putem njega omogućeno je industriji da se orijentira na ekonomski najpovoljnija goriva.

d) Energetski tok NRH (Institut Zagreb)

Ovo djelo služi zo upoznavanje struktura i kretanja energije od izvora do potrošača, sa ciljem da se ispitaju mogućnosti racionalizacije toplinske energije.

e) Određivanje normativa potroška topline u termoelektranama (Institut Zagreb)

Dat je moderan postupapk za određivanje normativa na osnovu pojedinačnih energetskih karakteristika kotlova i turboagregata, te skupnih za sve moguće sprege. Metoda sadrži bilanciranje u koje ulazi vlastiti potrošak i svi gubici. Ovime je data osnova za ekonomično vođenje pogona i pravilno premiranje osoblja.

f) Orijentacija centralnih grijanja NRH na ekonomski povoljna goriva (Institut Zagreb)

U ovom djelu data su uputstva za prijelaz od koksa i deficitnih kvalitetnih mrkih ugljena na lignite, zemni plin i mazut. Ovim radom dokazano je da bi se shodnim mjerama moglo zamijeniti veliki dio mrkog uglja sa lignitom.

g) Elaborat o toplinskim svojstvima izolacija domaćih tvornica izolacija (Institut Zagreb)

Ispitivanja su vršena na 18 vrsta izolacija domaće proizvodnje. Njihova svojstva su upoređena sa proizvodima inostranog porijekla. Izrađena je tehnička i ekonomska analiza.

h) Razvoj domaće konstrukcije mjerača toplinskog toka (Institut Zagreb)

Za praktično određivanje gubitaka topline kroz toplinske izolacije cjevovoda, sudova, stijena i t. d. u pogonima, razvijen je domaći mjerač pomoću kojega se na jednostavan način provjeravaju gubici topline i kontrolira toplinska svojstva izolacija na licu mjesta.

i) Razvoj diferencijalnog mjerača propuha (Institut Zagreb)

Razvijen je domaći mjerni instrument koji kod malih i srednjih parnih kotlova služi kao putokaz za ekonomično rukovanje, jer pokazuje ložaču, da li je količina zraka za sagorijevanje u granicama mogućnosti.

j) Stehiometrički pokazatelji (Institut Ljubljana)

Za izvjestan broj vrsta domaćih ugljena izrađeni su stehiometrički pokazatelji, koji sadrže svojstva ugljeva koje treba poznavati za ekonomično dimenzioniranje kotlova i peći, kao i za utjecanje na ekonomiju u pogonu.

k) Primjena sunčane energije za potrebe domaćinstva (Institut Ljubljana)

U izradi je studija o mogućnosti primjene sunčane energije u južnim krajevima naše zemlje. Studija sadrži teoretske i praktične osnove primjene i podesne konstrukcije. Data je i ekonomska analiza sa obrazloženjem.

l) Stanica za ispitivanje peći i štednjaka u domaćinstvu (Instituti Ljubljana i Beograd)

Domaćinstvo je najveći potrošač goriva u našoj zemlji, naročito ogrjevnog drveta. Koristi racionalizacije goriva u domaćim pećima, ognjištima, štednjacima i t. d. su od naročite važnosti. Radi toga su izvršene pripreme za podizanje stanice za kontrolu ložišta u domaćinstvu u Ljubljani, te će pored slične ispitne stanice u Beogradu biti centar za određivanje kvaliteta peći i štednjaka domaće izvedbe.

m) Uzdizanje kadrova

Savjetovanje ložača i strojara parnih postrojenja

U cilju podizanja stručnog znanja ložača i strojara održani su u industrijskim centrima seminari, na kojima je održano 8 predavanja iz glavnih područja sagorijevanja, ekonomije topline, sigurnosti pogona i stimulacije osoblju za veću produktivnost. Predavanja su bila popraćena filmom »CO_2 i promaja«.

* * *

Iz ovog kratkog prikaza jasno proizlazi da je inicijativa Savezne industrijske komore dala vidne rezultate. Stvorene su i opremljene organizacije, koje uspješno djeluju već više od 2 godine, metode rada na rješavanju ove problematike su ispitane i usklađene. Pored toga služba racionalizacije je upoznala probleme brojnih poduzeća, njihov kontakt ima za cilj borbu protiv rasipništva i povećanje produktivnosti, što je u skladu sa nastojanjima i željama radnih kolektiva u poduzećima. Zato su poduzeća živo zainteresirana na rješavanju ovog problema, te rado prihvaćaju opravdane primjedbe i prijedloge.

Unapređenje toplinskog gospodarstva u FNRJ i raspolaganje za to predviđenim sredstvima prešlo je 1958. godine iz nadležnosti Savezne industrijske komore u nadležnost Saveznog izvršnog vijeća, Sekretarijata za industriju. Ova promjena u izvjesnoj mjeri upliviše na dosadašnji program i metode rada uslijed postavljenog zahtjeva da se aktivnost instituta koncentrira uglavnome na »brze preglede« poduzeća u cilju ubrzanog sticanja uvida u stanje toplinskog gospodarstva zemlje.

Instituti su u dosadašnjem radu stekli bogata iskustva i podigli izvjestan broj termičko-energetskih kadrova. Oni su u mogućnosti da uz podršku zajednice nastave rad sa još većim efektom i ubrzanim tempom, a po svim problemima toplinsko-energetske ekonomike, koji su od interesa za poduzeća i privredu zemlje. Njihov rad na tom području trebao bi da bude trajnog karaktera slično kao u drugim industrijski naprednim zemljama, jer sistematski rad zahtijeva solidnu osnovu, trajne akcije i osiguranu perspektivu. Iz rezultata mogućeg efekta uštede proizlazi konačno, da troškovi koji su vezani na provođenje i opremu službe toplinske racionalizacije, predstavljaju samo neznatan dio koristi, koja se postiže njenim uspješnim djelovanjem.

Ing. Jakob Lucati

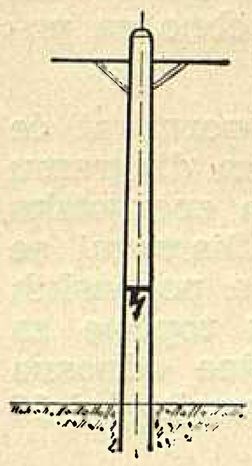
Dodirni naponi na željeznim stupovima distributivnih mreža

Nedavno je objavljen *Nacrt tehničkih propisa za vršenje radova i boravak u zoni opasnosti elektroenergetskih postrojenja.* Kao što u uvodnoj odredbi stoji: »... ovim propisima se određuju mjere koje treba poduzeti radi zaštite ljudi i imovine, kad se lica koja nisu zaposlena u redovnoj pogonskoj službi kreću ili vrše bilo kakove radove u zoni opasnosti elektroenergetskih postrojenja«. Ne ulazeći u sve odredbe koje su sadržane u članovima pomenutih propisa, potrebno je posebnu pažnju obratiti na član 3. 5. koji određuje kako treba vršiti ličenje metalnih nosivih konstrukcija električnh postroejnja. Spomenuti član u drugoj rečenici glasi doslovce: *Takovo ličenje može se vršiti samo na konstrukcijama i stupovima koji su za vodove iznad 250 volta prema zemlji propisno uzemljeni.* U principu ovdje nije nešto raščišćeno. Proizlazi, naime, da je za vodove sa naponom prema zemlji manjim od 250 volta dozvoljeno ličenje i na željeznim konstrukcijama koje nisu propisno uzemljene. Ili možda predlagač nacrta smatra da uzemljenje željeznih konstrucija niskog napona nije bitno za sigurnost ljudstva. U svakom slučaju radi se o jednom principijelnom pitanju: da li treba želj. konstrukcije el. postrojenja napona prema zemlji manjeg od 250 volta uzemljavati ili ne? Ovdje se posebno osvrćem na željezne stupove zračnih vodova niskog napona, koje u većem broju susrećemo u gradskim distributivnim mrežama, a posebno kod vodova javne rasvjete. Oni su samim svojim smještajem pristupačni ne samo ličiocima nego svakom prolazniku, te ukoliko dođu pod opasni do-

dirni napon, može isti biti premošten dodirom, obuhvatom i t. d.
Opasni dodirni naponi se pojavljuju na aparatima, strojevima i dijelovima postrojenja kad nastupi griješka na izolaciji energetskih strujnih krugova. Da bi se spriječilo postojanje opasnih dodirnih napona provode se različite zaštitne mjere kao: zaštitno uzemljavanje, nulovanje, zaštitni spoj i t. d. Željezni stup može također da poprimi opasni dodirni napon i da ugrozi živote prolaznika, ali se rijetko kada pomišlja da je na takvim stupovima potrebno poduzimati bilo kakove zaštitne mjere. *Možda se kod distributivnih poduzeća uvriježilo mišljenje da je sam premaz stupova neka vrsta zaštitne mjere, t. j. da služi kao izoliranje stupa od okoline.* Ovakovo mišljenje, ukoliko već postoji, trebalo bi podvrći strogoj provjeri, jer ne samo da je ubičajeni premaz izložen starenju i habanju, nego se glavni sastavni dijelovi tog premaza ne nalaze u izolacionim tvarima (minium i olovna boja) i služe na stupu samo kao zaštita od korozije.
Na običnom primjeru pokazat ćemo postojanje opasnog dodirnog napona. Neka na el. vodu u mreži 380/220 volta dođe do prskanja izolatora faznog vodiča i to na željeznom stupu, koji je sam po sebi uzemljen otporom uzemljenja $R_s = 20$ ohma! Otpor pogonskog uzemljenja neka iznosi $R_0 = 2$ ohma. Uz zanemarenje otpora mreže poteći će preko ovih otpora struja pogriješke:

$$I_p = \frac{220}{20 + 2} = 10 \text{ Ampera}$$

Izračunata struja pogrješke na otporu uzemljenja promatranog stupa stvorit će pad napona $10 \times 20 = 200$ Volti, koji će na stupu djelovati kao opasni dodirni napon. *Ovako visoki dodirni napon može biti naročito opasan ukoliko ličilac skine stari premaz i premosti svojim tijelom otpor uzemljenja stupa.*
Mogao bi se možda izvući zaključak da treba na stupu izvesti posebno uzemljenje kao bi se postigao manji otpor uzemljenja u kojem slučaju bi trebao da izgori osigurač na vodu. Struja pogreške 10 A je u praktičnim slučajevima mnogo manja od struje isklapanja osigurača. U mreži s velikim brojem željeznih stupova i s visokim specifičnim otporom tla trebalo bi uložiti znatna sredstva da bi se postigli maleni otpori uzemljenja. Znači da bi naš zaključak bio suviše neekonomičan zahtjev za distributivna poduzeća. S druge strane mogla bi se dati preporuka da se na područjima s visokim specifičnim otporom tla ne upotrebljavaju željezni stupovi, ali bi to bila samo preporuka, a nikako određeni put za sprečavanje opasnih dodirnih napona.
Preostaje, dakle, da koristimo premaz stupova kao zaštitnu mjeru »izoliranja« time, da se JUS propisima propiše sastav, debljina sloja i visina premaza. Na gornjoj ivici »premaza-izolacije« trebalo bi označiti na primjer crvenim uskim prstenom visinu premaza i dodatnom malom uobičajenom »električnom strijelicom« upozoriti na opasnost od dodira.



U mrežama gdje se kao zaštitna mjera provodi nulovanje, prilike izgledaju mnogo povoljnije. Preostalo bi samo na svakom željeznom stupu spojiti masu stupa s nulvodičem, svakako uz pretpostavku da su ispunjena sva tri uslova nulovanja. Ovo bi bilo povoljno i u odnosu na smanjenje otpora pogonskog uzemljenja, jer bi svaki željezni stup djelovao kao dodatni uzemljivač. U svakom slučaju bi naročito povoljno djelovalo kada bi se dio ukopa stupa pocinčao, a ne premazao bojom, kako je danas običaj. Postigli bi, naime, manji prelazni otpor stup-zemlja, što je povoljno kod provođenja bilo koje zaštitne mjere.
Iz svega do sada izloženog proizlazi da bi pomenuti nacrt tehničkih propisa u članu 3. 5. trebalo nadopuniti slijedećom rečenicom: *Kod ličenja donjih dijelova stupa ili želj. konstrukcija treba ličioca osigurati od opasnih dodirnih napona izoliranjem stajališta (na pr. gumene čizme).*
Posebno bi trebalo rasvjetliti pitanje stepena sigurnosti prolaznika kod postojanja opasnih dodirnih napona na željeznim stupovima u gradskim mrežama.

Ing. B. Škarica

Jedinstvene osnove za obavezno uvođenje normativa u elektroprivredi

Zakon o elektroprivrednim organizacijama obvezuje Zajednicu jugoslovenske elektroprivrede, da uz saglasnost Sekretarijata za industriju Saveznog izvršnog vijeća propiše tehničke uslove i normative proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije.
U izvršenju ovih odredaba Komisija za sprovedbu Zakona o elektroprivrednim organizacijama, razradila je jedinstvene osnove za uvođenje normativa radne snage, troškova materijala i energije za sve faze djelatnosti elektroprivrede.

Normativi će se utvrditi:

1) Kod hidroelektrana za:
   a) radnu snagu
   b) materijalne troškove
   c) vlastiti utrošak električne energije

u zavisnosti od: instalirane snage u MVA, od broja agregata te vrste izvedbe i tipe agregata (horizontalna-vertikalna), od koncepcije elektrane (pribranska-derivaciona-protočna-akumulaciona); od sjedišta elektrane i karakteristika lokacije (škole, tržne prilike i komunikacione veze) te od vremena iskorišćenja tokom godine.

2) Kod termoelektrana za:
   a) radnu snagu
   b) energetsko gorivo
   c) materijalne troškove
   d) vlastiti potrošak električne energije

u zavisnosti od: instalirane snage ukupno i po agregatima u MVA; od broja agregata; od broja, snage i parametara kotlova (tona pare na sat, pregrijanje i pritisak); od vrste ložišta (mehaničke rešetke — loženje ugljenom prašinom, dodatno loženje naftom, mazutom); od načina pretovara goriva i dopreme u bunker; od goriva i njegovih karakteristika (kalorična vrijednost, sadržaj vlage i pepela); od načina hlađenja i temperature vode za hlađenje; od načina otpepeljivanja i otpreme šljake; od vremena iskorišćenja tokom godine te od sjedišta i karakteristika lokacije elektrane (škole, tržne prilike i komunikacione veze)

3) Kod prijenosa električne energije za
   a) radnu snagu
   b) materijalne troškove
   c) gubitke električne energije u prijenosu

u zavisnosti od: duljine i napona dalekovoda te od načina izvedbe (betonski, čelični, drveni stupovi za jednostruke i dvostruke vodove); od snage i broja transformatorskih stanica; od broja izvoda višeg i nižeg napona; od broja transformatorskih stanica sa posadom i bez posade.

4) Kod distribucije električne energije za
   a) radnu snagu
   b) materijalne troškove
   c) gubitke električne energije u distributivnoj mreži

u zavisnosti od: duljine i napona zračnih, odnosno kabelskih vodova te od načina izvedbe (betonski, čelični i drveni stupovi — impregnirani i neimpregnirani); od broja i snage i transformatorskih stanica te od broja jedinica i broja odvoda visokog napona; od broja transformatorskih stanica s posadom i bez nje; od duljine vodova javne rasvjete i od broja rasvjetnih mjesta; od broja mjesnih ureda odnosno poslovnica ili napona; od broja velepotrošača i malopotrošača te od količine njihovog potroška električne energije; od broja priključenih brojila; od količine preuzete električne energije s prijenosne mreže.

Troškovi radne snage normirat će se za pogonsko osoblje smjena i tekućeg uzdržavanja te za osoblje upravne i prodajne režije po broju i kvalifikacionoj strukturi.

Materijalni troškovi normirat će se odvojeno za materijal, usluge, kamate na kredite za obrtna sredstva i na fond obrtnih sredstava, posebno za pogonsku, upravnu i prodajnu režiju.

Troškovi energetskog goriva normirat će se za svaki turboagregat prema utvrđenom diagramu specifičnog utroška kcal/kWh, svedenog na energetsko gorivo kod različitih opterećenja (MW). Diagrami se izrađuju na temelju ispitivanja i mjerenja pogonskih jedinica. Posebno će se utvrditi utrošak topline za stavljanje u pogon svake pojedine turbine odnosno kotla iz hladnog stanja i nakon stajanja manjeg od 16 sati.

Vlastiti potrošak električne energije je električna energija potrošena u tehnološkom procesu elektrane mjerena na odcjepu — visoki napon uključivo (gdje ima) kućni generator. Kod elektrana u blok vezi, iskazuju se odvojeno i gubici u transformatoru. Pod električnom energijom utrošenom u tehnološkom procesu podrazumijeva se: energija za pomoćne uređaje, rasvjeta pogonskih prostorija, kruga elektrane i hidrograđevinskih objekata, grijanje i ventilacija pogonskih prostorija. Vlastiti potrošak u hidroelektranama normirat će se u godišnjim količinama, a u termoelektranama u procentima na različita opterećenja cijele elektrane (MW). Držanje u toploj rezervi daljnjih pogonskih jedinica obračunavat će se dodatnim normativima.

Troškovi investicionog uzdržavanja obračunavati će se za sada po propisanim stopama za sve faze rada u elektroprivredi t. j. za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije.

Normativi troškova će zavisiti i o istrošenosti postrojenja. Stepen istrošenosti iskazivati će se omjerom nabavne i današnje vrijednosti.

Pojedine Zajednice elektroprivrednih poduzeća dužne su osigurati svu potrebnu dokumentaciju i elemente za razradu normativa. Prema zaključku Komisije za sprovođenje Zakona o elektroprivrednim organizacijama, utvrđivanje normativa vršit će se ovim redom:

hidroelektrane	od 1. IV. 1958.
prijenos električne energije	od 15. IV. 1958.
termoelektrane	od 5. V. 1958.
distribucija el. energije	od 20. V. 1958.

Zajednica elektroprivrednih poduzeća imenovala je svoju stručnu komisiju za razradu normativa u koju su pored stručnjaka iz aparata Zajednice i udruženih poduzeća i pogona ušli i stručni predstavnici distributivnih poduzeća.

D. F.

VIJESTI IZ PODUZEĆA, ZAJEDNICE I INSTITUTA

Snabdijevanje grada Splita električnom energijom

Pod gornjim naslovom izdalo je poduzeće »Elektrodalmacija« u Splitu elaborat u obliku knjige u kome je na šezdeset i četiri stranice i više nacrta pregledano i dokumentirano prikazana problematika snabdijevanja grada Splita električnom energijom.
Knjiga je podijeljena na poglavlja:
Problematika stanja električne mreže — Plan potrebnih radova 1958—1961 — Pregled opterećenja električne mreže 10—0,4 kV — Program korištenja sredstava amortizacionog fonda poduzeća (samo za grad Split).
Nacrti, odnosno grafički prikazi:
Potrošnja električne energije po godinama — Vršno opterećenje po godinama — Električna mreža po godinama — Vodovi 10 kV- Transformatorska stanica 10/0,4 kV i mreža n. n. Šematski prikaz rekonstrukcije mreže n. n. 1954 — 1957 i plan za 1958. g. — Šematski prikaz elektroenergetske situacije.
Knjiga je namijenjena članovima kotarskog vijeća proizvođača, većim privrednim organizacijama, društvenim organizacijama i društvenim radnicima Splita, uglavnom svim onim faktorima kojima je potrebno da se podrobno upoznaju sa predmetnom problematikom u svrhu njihovog aktivnog učešća u njezinu rješavanju, a u interesu grada Splita kao važnog privrednog područja.
»Današnje stanje splitske mreže u velikoj je mjeri kritično — kaže se u uvodu — tako da pojedina područja grada nemaju osiguranu dovoljnu količinu električne energije. Gradska električna mreža u cjelini je nedovoljnog kapaciteta, pošto njihov razvoj nije ni približno išao u korak sa razvojem grada i velikim povećanjem ptrošnje električne energije«.
»Za saniranje postojećeg stanja — kaže se nadalje — i omogućavanja normalnog razvoja grada u odnosu na potrebnu električnu energiju, trebalo bi utrošiti okruglo jednu milijardu dinara kroz period od 4 godine, t. j. od 1958. do 1961.«
Vlastiti amortizacioni fond koji bi se imao formirati kroz odnosni period je i odviše malen a da bi mogao riješiti financijski problem.
Iz knjige se razabire, da je Split dobio električnu energiju dne 12. VII. 1920. iz male hidroelektrane u Majdanu kod Splita, koja je služila i bila izgrađena za potrebe tvornice. Godinu dana kasnije, t. j. 1921., bila je izgrađena jedna mala Diesel- centrala u Splitu za potrebe grada, dok je Split bio povezan električnim vodom sa hidrocentralom u Zadvarju i iz nje počeo dobivati struju tek 1926. godine.
Iz navedenih podataka konstatira se, da je grad Split vrlo kasno dobio elektr. energiju u odnosu na ostale gradove (Zadar 1892., Zagreb 1907., Šibenik 1895., Dubrovnik 1908., Omiš 1914.).
Razvoj potrošnje električne energije prikazan je u tablici.

God.	Broj domaćinstava	Broj stanovnika	Vršno opterećenje		Godišnja potrošnja		
			kW	kW/dom.	MWh	Sred. god. prirast	kWh/ domaćinstvu
1931	7.800	24.200	1.200	0,154	4.300	4,7	1.550
1939	12.800	39.600	2.000	0,156	6.200	14,7	490
1948		48.250	5.900	0,380	21.400		1.390
1952			7.950			9,5	
1954			11.300			19,5	
1955	19.700	63.500	13.000	0,660	40.300		2.050
1956	20.100	63.900	15.000	0,750	49.200		2.450
1957	20.400	64.700	17.000	0,850	53.700		2.640

Srednji godišnji prirast na snazi i energiji dosiže do 10%, dok normalno ovaj prirast za gradove i varoši

dosiže maksimalno 7%. U knjizi je prikazan uporedni pregled potrošnje električne energije prosječno po stanovniku grada Splita i drugih gradova i to:

		kWh/stan. god.	kWh/stan.
– Zagreb	(1953)	410	0,096
– Rijeka	(1955)	610	0,140
– Zadar	(1955)	540	0,135
– Split	(1955)	660	0,200
– Split	(1957)	820	0,260

Ako se uzme u obzir, da se normalna godišnja potrošnja za potpuno elektrificirano kućanstvo cijeni na oko 4000—5000 kWh na godinu, vidimo da prikazani potrošak kao relativno visoki konzum električne energije u gradu Splitu još ni približno nije dosegao ovaj krajni nivo.
U knjizi su, pod citiranim poglavljima, prikazane potrebe na izgradnji mreže, trafo-stanica i javne rasvjete, posebno za svaki predjel i ulicu grada Splita.
Na kraju su u šematskim prikazima vrlo pregledno ucrtane sve situacije tako, da čitalac može dobiti praktično i jasno uvid u predmetnu problematiku.
Razlozi koji su uslovili postojeće probleme u snabdijevanju grada Splita električnom energijom jesu: »Stalno pomanjkanje odgovarajućih financijskih sredstava u čitavom poslijeratnom periodu, bilo to za izgradnju novih trafostanica, bilo za polaganje vodova visokog i niskog napona. Osim pomanjkanja potrebnih financijskih sredstava znatnu je poteškoću predstavljalo i pomanjkanje odgovarajuće opreme.«
Svakako je potrebno istaknuti da predmetni problem nije isključivo lokalnog karaktera, jer je grad Split, kako po svom geografskom položaju, tako i kao pomorska luka, privredni, kulturni i politički centar velikog područja, te zaslužuje punu pažnju cijele društvene zajednice. Zato pravom očekuje brzo i efikasno rješenje svih svojih privrednih problema.

Antun Alajbeg

Elektroprimorje Rijeka

Dovršena je nova upravno-stambena zgrada

Kako je svojedobno na ovom mjestu bilo javljeno, sagradilo je poduzeće Elektro-Primorje na Rijeci iz kredita za stambenu izgradnju veliku šesterokatnicu, čija je vrijednost oko 90 milijuna dinara. Polovica zgrade namijenjena je za uredske prostorije uprave, a druga polovica za stanove radnika i službenika. Ovih je dana zgrada dovršena i useljena. Stambeni dio ima 16 što jednosobnih, što dvosobnih i trosobnih stanova. To je, međutim, samo prva etapa okupljanja radnih pogona i odjela poduzeća, koji su dosada bili razmješteni u raznim dijelovima grada. Sada se nastavlja izgradnjom traforadione, baždarnice, skladišta i ostalih manjih pogona tehničke službe.
U dosadašnje uredske prostorije u Kružnoj ulici, za koje je bilo predviđeno da će po iseljenju biti upotrebljeni za stanove osoblja poduzeća (u poduzeću ima 80 neriješenih molba za stan — a zgrada u V. Cara Emina ulici riješava samo 16 stamebnih problema) — dolazi Biro za unapređenje proizvodnje, te Privredni sud.

Rješavanje problema opskrbe grada Rijeke električnom energijom

Teško da je u ma kojem gradu Hrvatske porast pučanstva bio tako nagao i tako brz, kao što je to slučaj sa Rijekom. Industrija raste, trgovačka mreža se širi, promet u luci svake se godine povećava, dižu se čitava naselja.
Od Lovrana do Martinšćice sve je to danas — može se reći — jedan grad. Uporedo s time raste i potrošnja električne energije, tako da je od 48,861 MWh u 1951. narasla na 97,435 MWh u 1957. Problem opskrbe grada električnom energijom sve je akutniji. Opterećenje Rijeke je ovoga časa, prema podacima dispečera u Matuljima, veće od kapaciteta postojećih transformatorskih stanica u pogonu i ako se želi izbjeći redukcije, treba što hitnije rasteretiti postojeću transformatorsku stanicu Turnić izgradnjom jedne nove 30 kV stanice.
Budući da se TS Školjić nalazi na mjestu, gdje su kabeli prolazili iz elektrane u grad, mogla bi ona uz relativno jeftin 10 kV kabelski rasplet, preuzeti na sebe cijeli grad. Imajući to u vidu izrađen je projektni zadatak za TS Školjić, koji je već odobren, a tako isto i investicioni program, pa se u ovom času radi na ispitivanje tla.
Industrijska poduzeća u gradu Rijeci pokazala su mnogo razumijevanja za rješavanje elektroenergetskog problema grada, pa su dala iz svojih fondova oko 100 milijuna dinara za tu svrhu, a od toga za TS Školjić 58 milijuna, što će se upotrebiti za građevinske radove. Računa se da će već u drugoj polovici ove godine biti naručeni transformatori za Školjić, nakon što kotar dade garanciju za osiguranje sredstava, što je i obećano.
Što se tiče obnove i proširenja gradske mreže lanjske je godine izgrađen i montiran velik broj trafostanica i položen odgovarajući 10 kV kabel. Transformatorske stanice, čija je izgradnja financirana iz fonda za stambenu izgradnju, jer su namijenjena za priključak novogradnji, lanjske su godine dovršene, ali postojeća mreža nije na njih priključena. Ove je godine zato dana prednost niskonaponskim mrežama i njihovom proširenju i uzdržavanju, dok se novih stanica gradi relativno malo.
Od ostalih radova predviđa se ove godine pojačanje transformacije u TS Martinšćica montažom transformatora od 4 MVA, zatim prva faza rekonstrukcije trafostanice Plase sa pojačanjem transformacije, te konačno djelomična montaža u TS Vrata i to dijela, koji se odnosi na distribuciju. (Dio TS Vrata, koji se odnosi na potrebe HE Vinodola financira se iz OIF-a).
Što se tiče financijskih sredstava potrebnih za rješenje problema opskrbe Rijeke električnom energijom, mora se priznati, da su svi faktori koji dolaze u obzir u tom pitanju, pokazali za taj porblem puno razumijevanja. Kako smo već spomenuli, pojedina su privredna poduzeća dala za tu svrhu iz svojih fondova oko 100 milijuna dinara. Narodni odbor općine Stari grad u Rijeci, u čiju nadležnost spada poduzeće Elektro-Primorje, odobrio je poduzeću sav doprinos iz dohotka za 1958. te kamate na fond stalnih obrtnih sredstava i kamate na fond osnovnih sredstava, u svemu oko 160 milijuna dinara, sve u svrhu zamjene i izgradnje elektropostrojenja u gradu.
Osim toga je GNO omogućio poduzeću korištenje svih sredstava amortizacionog fonda za 1958.
Time je poduzeće došlo do znatnih novčanih sredstava, koja će mu omogućiti popraviti energetsku situaciju u gradu.

30 kV kabel za otok Krk stigao u Rijeku

Iz Tvornice kabela u vSetozarevu stigao je u Rijeku kabel za spajanje otoka Krka s kopnom, te je uskladišten u luci. Kabel su platili iseljenici Krčani. U vezi dolaska kabela Kotarski narodni odbor Rijeka dao je zajam od 50 mlijuna dinara kao doprinos za prvu etapu radova za priključak Krka. Budući da prva faza elektrifikacije Krka sa jednom stanicom od 30 kV stoji oko 200 milijuna dinara, to će se iznosom od 50 milijuna provizorno priključiti za sada Omišalj, eventualno Njivice, na 10 kV vodove na kopnu, odnosno na 30/10 kV trafostanicu Plase. *re*

Važniji pogonski događaji u prosincu 1957

2. XII. Zbog kvara na sklopki 110 kV u TS Bileće ispao DV 110 kV Bileće-Dubrovnik (24—24)
3. XII. Radi kvara u HE Jablanici sprovedene redukcije u Dalmaciji i Slavoniji.
DV 110 kV Bileće-Dubrovnik još izvan pogona zbog kvara u TS Bileće.
5. XII. U TS Split na 30 kV odvodu za Dujmovaču eksplodirao i zapalio se strujni transforma-

tor. Osim toga eksplodirao je katodni odvodnik na 30 kV u TS Prvoborac.
Dalekovod 30 kV Klara-Zagreb iskopčan radi željezničke saobraćajne nesreće.

6. XII. U Dubrovniku pregorio transformator 35/10 od 1,6 MVA.

11. XII. U Jugovinilu van pogona generator br. 1 zbog kvara na kondenzatoru od 22,50—9,46. Od 22,05 u kvaru također i veliki kotao.

13. XII. Uslijed velikog nevremena u BiH i Slavoniji došlo do kvara na vodovima 110 kV Bileće-Dubrovnik, Kraljevac-Split I i 110 kV vodu Brod-Doboj.

15. XII. Uslijed zatvaranja zapornice tlačnog cjevovoda ispala HE Vinodol sa 74 MW i uzrokovala raspad 110 kV sistema Zapadne Hrvatske i Slovenije.

20. XII. Izvršena sinhronizacija cjelokupnog 110 kV sistema FNRJ Jugoslavije.

22. XII. U zatvorenom 110 kV sistemu FNRJ izvršena pucanja na slijedećim 110 kV dalekovodima: Rakitje-Gojak, Rakitje-Vinodol, Jajce II-Klara-Rakitje, i Jajce III-Neleljanec.

23. XII. U HE Miljacka gen. 2 van pogona radi propuštanja ulja.

24. XII. U TE Zagreb TA 1 izbacila automatska regulacija turbine, a generator iskopčan ručno.

30. XII. Radi kvara na DV 110 kV Zenica-Doboj od 5,40—16,08 DV 110 kV za Brod bez napona.

Važniji pogonski događaji u siječnju 1958

6. I. Eksplodirala sklopka u TS Meja 30 kV na odvodu za TS Matulji.

13. I. U TS Borovo 30/6 kV proboj transformatora.

21. I. Proboj 30 kV kabela na dijelu odcjepa Klara-Zagreb i TS Uklopna II.

26. I. Kvar na 110 kV vodu Zagreb-Jajce. Zemno uže palo na zemlju.

Važniji pogonski događaji u veljači 1958.

3. II. Radi raspada 110 kV sistema u Sloveniji, nastalo odvojenje na dva mjesta od LRS (Doblar, Brestanica).

7. II. TS Brijest 110/30 van pogona zbog kvara na barometru transformatora.

11. II. DV Konjščina-Rakitje 110 kV iskopčan — puklo zemno uže kod Rakitja.

12. II. Probio strujni transformator i provodni izolatori u TS Brijest u polju za TS Osijek i stali.

14. II. HE Miljacka nekoliko sati van pogona, radi dozemnih spojeva na vodovima. Uzrok nevrijeme i prekinuto samo uže na DV Miljacka-Lozovac 30 kV.

15. II. U TS Brijest 110/30 kV proboj dva strujna transformatora u polju DV-TS Centar.

16. II. U TS Brijest probio strujni transformator u 30 kV polju za Vinkovce. — U TS Vinkovci 30/10 kV eksplodirao katodni odvodnik.

18. II. Eksplodirao provodni izolator u TS Brijest. Zbog velikog nevremena stalno ispadanje 110 kV vodova Matulji-Vlaška, Matulji-Vinodol, Matulji-Doblar.

19. II. U TS Podlabin 50 kV eksplodirala sklopka. Radi udara groma izgorila sklopka u TS Bileće van pogona vod Bileće-Dubrovnik.
Raspad 110 kV sistema u Dalmaciji uslijed kvara na 10 kV vodovima Kaštel II i Majdan.

20. II. Kvar na vodu Split-Sinj 30 kV zbog nevremena.

22. II. Uslijed velikog nevremena te dozemnih spojeva ispali nekoliko puta 110 kV vodovi Raša-Podlabin, Jajce-Zagreb, svi 30 kV vodovi u TS Klara, te 110 kV i 30 kV vodovi u Dalmaciji.

23. II. Zbog nevremena ispad 30 kV i 10 kV vodova u Dalmaciji i Sloveniji.

28. II. Dalekovod Županja-Šamac van pogona radi prekida dozemnog užeta.
U Dalmaciji ispad 30 kV vodova zbog nevremena.

Osnovano »Stručno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije u NR Hrvatskoj«

Dne 6. i 7. lipnja održan je u Šibeniku sastanak predstavnika elektroprivrednih distributivnih poduzeća u NR Hrvatskoj. Osim predstavnika 16 distributivnih poduzeća sastanku su prisustvovali još i predstavnici Energetske inspekcije Sekretarijata za industriju NRH, Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, NO grada Šibenika i poduzeća ELEKTROOPSKRBA iz Zagreba.
Na sastanku je prihvaćen nacrt statuta udruženja, koji će biti podnesen Vijeću proizvođača Sabora Hrvatske na prihvat.
Osim statuta na sastanku su raspravljena i druga pitanja, kao pitanje troškova, radnih mjesta, upisnine, doprinosa i dr.
Predviđeno je, da bi se za sada upisnina odnosno jednokratna pristupnina u članstvo iznosila 30.000.— Din., a mjesečni doprinos članova udruženja 30.000.— Din., koji bi se počeo uplaćivati sa 1. VI. 1958., ukoliko bi se s time suglasilo Vijeće proizvođača Sabora NRH.
Sjedište udruženja predloženo je da bude u Zagrebu.
Za sada su predviđena slijedeća radna mjesta: tajnik-pravnik sa položenim stručnim sudskim odnosno advokatskim ispitom, 2 elektroinženjera i to jedan za pogon, a jedan za tarife, 1 diplomirani ekonomist, 1 administrativni službenik sa srednjom stručnom spremom i 1 stenodaktilografkinja.
Sve ostalo utvrdit će se, nakon što Vijeće proizvođača Sabora Hrvatske potvrdi statut. *re*

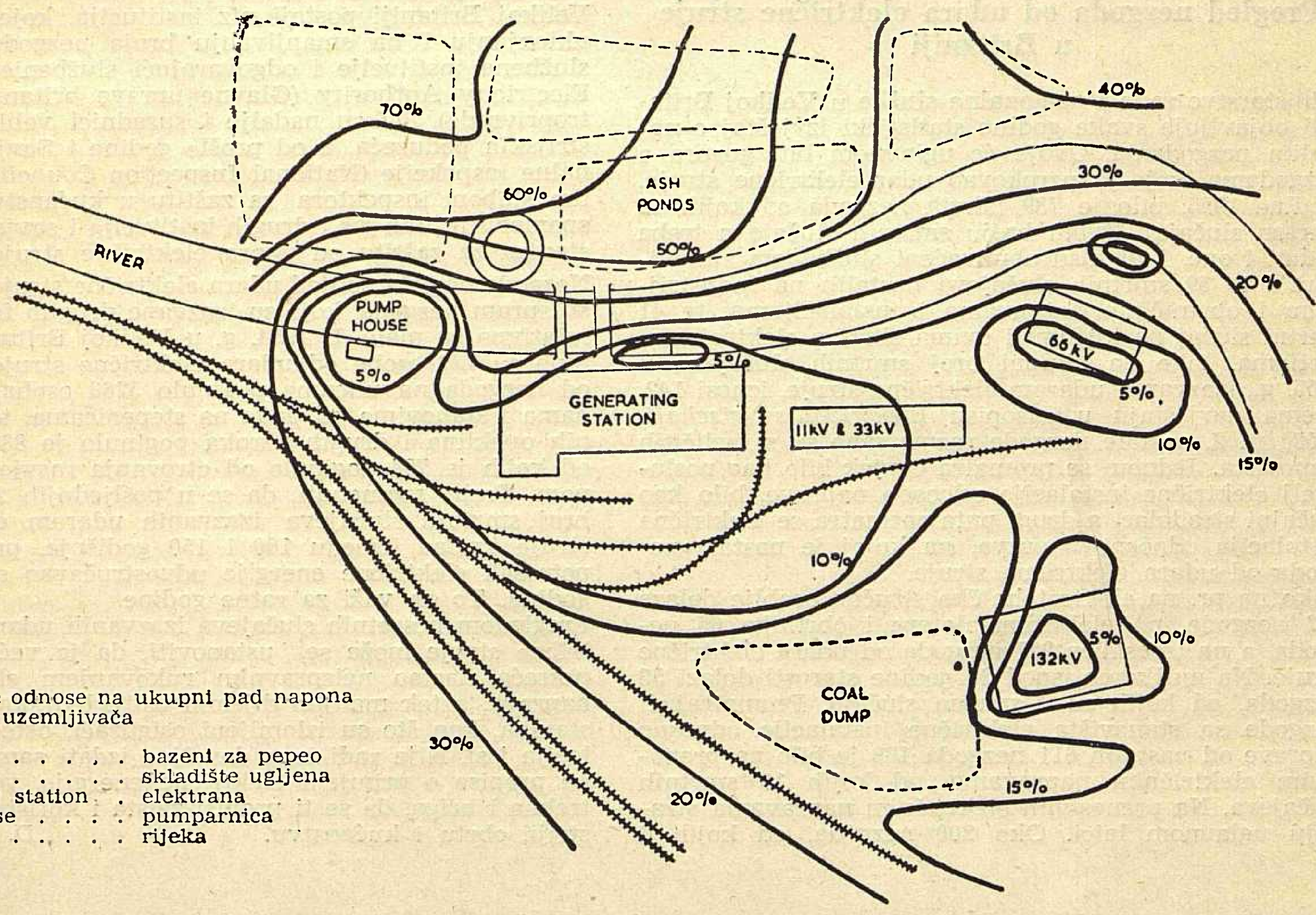
Elektroprojekt—Zagreb proširuje svoju djelatnost

Radnički savjet poduzeća »Elektroprojekt« Zagreb donio je odluku o proširenju predmeta poslovanja poduzeća i na projektiranje toplana, dieselelektrana, nuklearnih postrojenja, te sve vrste projekata iz oblasti vodogradnja i to: vodoprivredne osnove, melioracije, regulacije potoka, odvodnje i opskrbe vodom, plovne puteve, luke i odgovarajuće objekte iz oblasti nisko i visokogradnje.
»Elektroprojekt« spada u najjače projektantske organizacije u NRH, te je u dosadašnjem radu projektirano oko 50 naših najvećih objekata iz područja elektroprivrede. Izrađeno je više projekata za izgradnju hidroelektrana, termoelektrana, transformatorskih stanica, energetskih postrojenja i tome pripadajućih uređaja i objekata. Vršen je nadzor nad gradnjom i montažom, zatim obavljanje istražnih radova i radova koji prethode projektiranju, te laboratorijskom ispitivanju i t. d.
Za proširenu djelatnost poduzeće u svojim redovima ima stručnjake (hidrologe, geologe, građevne, elektro i strojarske inženjere) koji će moći rješavati probleme u vezi proširenog poslovanja.
Poduzeće ima vlastiti Hidrolaboratorij (Zagorska 1) u kojem se eksperimentalno i uz najsavremenije metode ispituju projekti, što će naročito biti važno za projektiranje iz oblasti vodogradnje.
Proširenje predmeta poslovanja vrlo je važno ne samo za bolje korištenje postojećeg kapaciteta stručne radne snage, već i za našu privredu kao cjelinu.
Poduzeće je registrirano i za radove u inozemstvu, pa će se od Vanjsko-trgovinske komore zatražiti odobrenje proširenja djelatnosti i za vanjske radove. Sekretarijat za privredu Narodnog odbora općine Donji grad odobrio je odluku Radničkog savjeta »Elektroprojekta« o proširenoj djelatnosti, te se unutar poduzeća pristupilo organizacionim radovima za funkcioniranje novog poslovanja. *I. R.*

IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

Izvedba uzemljenja kod velikih postrojenja

Naša 110 kV-na mreža je u prvim počecima raďila s izoliranim zvjezdištem, ali čim su dužine povezanih vodova u pojedinim područjima postale nešto duže, pogon se na taj način nije mogao dalje vršiti. Sticajem okolnosti je istočni dio 110 kV-ne mreže uzemljen direktno, dok je zapadni dio uzemljen preko petersenki. Danas kad 110 kV-ni vodovi prekrivaju čitavo područje naše zemlje i kad prelazimo na paralelni rad čitave 110 kV-ne mreže kao cjeline, način direktnog uzemljenja prodire sve više prema zapaďnom dijelu mreže. S tim u vezi pojavljuju se problemi izvedbe uzemljenja u pojedinim postrojenjima, koji nastaju s jedne strane uslijed specifičnosti takvog postrojenja, a naročito tla na kojem je postrojene izgrađeno, a s druge strane uslijed povećane struje jednopolnog kvara zbog povezivanja pojedinih dijelova mreže u sve veći energetski sistem s direktnim uzemljenjem.



Procenti se odnose na ukupni pad napona u sistemu uzemljivača

Ash ponds . . . . . bazeni za pepeo
Coal dump . . . . . skladište ugljena
Generating station . elektrana
Pump house . . . . pumparnica
River . . . . . rijeka

Sl. 1. – Dijagram ekvipotencijalnih linija u blizini neke elektrane kod dozemne griješke

Rješavajući te probleme dobro je koristiti se iskustvom drugih zemalja, a pogotovo onih, koje već dulje vremena rade s direktnim uzemljenjem. Zbog toga će biti od interesa i materijal, koji iznosi J. D. Humphries u svom članku o sistemima uzemljivača za velika električna postrojenja.*

Zbog veoma velikih struja jednopolnog kvara, koje mogu dosegnuti i do 15 000 ampera, često se mora smanjiti otpor uzemljenja u postrojenju ispod 0,03 oma, kako bi se dovoljno ograničio napon dodira i napon koraka. Tako malu vrijednost otpora uzemljenja nije lako postići, naročito ako je specifični otpor tla velik. Kao jedno od korisnih sredstava za poboljšanje uzemljenja jest povezivanje svih uzemljivača u čitavom postrojenju u jednu cjelinu i korištenje svih metalnih dijelova u zemlji u tu svrhu. Najbolje je, kad sistem uzemljivača stvara neprekinutu mrežu, koja prekriva čitav teren postrojenja. Kod malih postrojenja s veoma velikim strujama kvara takva je mreža bitna, da se izbjegnu prevelike razlike potencijala unutar postrojenja, a isto tako da se stvori dovoljna površina za odvođenje struje u zemlju.

Kod postrojenja na otvorenom općenito je potrebna čitava mreža spojnih vodova za uzemljenje, na koju su priključeni pojeďini dijelovi, koje treba uzemljiti. Ako se tome već kod projekta posveti dovoljna pažnja, može se oď tih spojnih vodova dobiti mreža takvog oblika, da se mogu uštediti troškovi za posebne uzemljivače.

Gdje ovakvih spojnih vodova nema u dovoljnoj mjeri, mora se koristiti jedan ili drugi oblik uobičajenih uzemljivača, kao što su ploče, štapovi, trake, cijevi i t. d. Ne treba zaboraviti, da mnoge građevne konstrukcije predstavljaju idealne uzemljivače. Tu dolaze u obzir ne samo metalni dijelovi zgrada nego i betonske konstrukcije, ako je specifični otpor tla jednak ili veći od specifičnog otpora betona.

Obično se kao kriterij dobrote uzemljenja uzima t. zv. otpor rasprostiranja. To je otpor uzemljivača i okolnog tla mjeren obzirom na masu zemlje u cjelini. Mjerne metode redovito traže, da struja iz nekog izvora teče kroz ispitivani sistem uzemljivača i okolno tlo sve do pomoćne elektrode, koja je smještena dovoljno daleko, a zatim da se vraća kroz neki improvizirani povratni vodič. Kod takve dispozicije mjere se potencijalne razlike između uzemljivača i mjerne sonde utaknute u tlo na dovoljnoj daljini, pa se iz mjerenih vrijednosti struje i napona može odrediti otpor rasprostiranja.

Koď opisanog načina mjerenja može doći do pogreške iz raznih razloga, kao što su elektrolitska polarizacija, lutajuće izmjenične struje, indukcija u povratnom vodiču i slično. K tome se još dodaje normalna pogreška

* Humphries J. D.: »Earth-Electrode Systems for Large Electric Stations«, Proceedings I. E. E., Paper No. 2341 S, Oct. 1957 (104 A, p. 383–392).

instrumenta, koja naročito dolazi do izražaja kod mjerenja vrlo malih otpora. Razne metode mjerenja na različite načine nastoje otkloniti ove pogreške, pa su prikazane i dvije nove metode, kod kojih se mjeri i fazni kut pojedinih potencijala, a odatle se može zaključiti na utjecaj različitih smetnja kod mjerenja.
Nakon što se izmjeri otpor rasprostiranja, veoma je korisno provesti i mjerenje raspodjele potencijala u blizini postrojenja, i to pod uvjetima jednopolnog kvara. Rezultati tog mjerenja bit će nam od znatne pomoći pri ocjeni dobrote uzemljenja, a ujedno će nam služiti kao pomoć kod budućeg projektiranja uzemljivača. Na slici je prikazana raspodjela potencijala kod jedne velike elektrane.
Problematika uzemljenja kod velikih postrojenja u mrežama s direktno uzemljenim zvjezdištem opravdava i zahtijeva daljnji istraživački i razvojni rad. Pri tome treba raditi i na mjernim metodama, i na poboljšanju izvedbe uzemljenja, a isto tako i na utvrđivanju zahtjeva, koji se postavljaju na uzemljenje nekog postrojenja. *Dr. ing. B. Stefanini*

Pregled nezgoda od udara električne struje u Britaniji

Ministarstvo rada i nacionalne službe u Velikoj Britaniji objavljuje svake godine statistički izvještaj o nastalim nezgodama. Ovdje će uglavnom biti govora o nezgodama, koje je uzrokovao udar električne struje. Godine 1955. bilo je 739 takvih nezgoda od kojih 42 smrtna slučajaj. Ovom broju smrtnih slučajeva treba dodati i one, koji nisu obuhvaćeni službenom statistikom i to 59 smrtnih slučajeva nastalih na industrijskim i obrtničkim napravama i instalacijama, te 41 smrtni slučaj na kućnim i ovima sličnim elektroinstalacijama, tako da ukupni broj smrtnih slučajeva u 1955. g., izazvanih udarom električne struje, iznosi 142. Prema izvještaju u časopisu *Elektrizitätswirtschaft*, 1958, br. 2, nastale nezgode razmatrane su s različitih stanovišta. Jednom se promatra čovjek bilo kao poslužitelj električne instalacije odnosno naprave, bilo kao slučajni stradalac, a drugi puta razmatra se električna instalacija odnosno naprava, na kojoj je nastala nezgoda od udara električne struje.
Tako na pr. na elektrotehničko stručno osoblje dolaze 232 nezgode, na elektroinstalatere i obrtnike 65 nezgoda, a na treća lica 227 nezgoda od udara električne struje. Na muškarce ispod 21 godine starosti dolazi 56 nezgoda, od kojih su 4 smrtna slučaja. Promatrajući nezgode sa stanovišta električne instalacije odnosno naprave od nastalih 611 nezgoda 193 je bilo na prenosivim električnim napravama, od kojih 19 smrtnih slučajeva. Na prenosivim električnim napravama stradaju uglavnom laici. Oko 200 nezgoda, od kojih 6 smrtnih slučajeva, nastalo je na transformatorima, sklopkama i osiguračima, dakle na takvoj vrsti električnih naprava, kod kojih je u prvom redu izloženo opasnosti stručno elektrotehničko osoblje. Posebnu grupu čine nezgode nastale uslijed udara električne struje na kranovima i kolektorima, te prigodom upotrebe dizalica i upravljajućih naprava u blizini vodova visokog napona. Kod te grupe bile su 42 nezgode na kranovima i kolektorima, od čega 6 smrtnih slučajeva, a 14 nezgoda prigodom upotrebe dizalica i upravljajućih naprava, kod kojih 5 smrtnih slučajeva.

Od 341 nezgode od udara električne struje u 100 slučajeva dolazi do ozlijeda. Kod 60 osoba, koje su uslijed udara struje pale u nesvijest, njih 5 je pretrpjelo prijelom lubanje uslijed pada, a 15 osoba umire radi toga, što kod njih nije bilo primijenjeno umjetno disanje. Od unesrećenika, kod kojih je primijenjeno umjetno disanje, 19 ih je došlo ponovno k svijesti, a 21 ih je umrlo.
Statistički izvještaj o nastalim nezgodama u Velikoj Britaniji ustanovljuje nadalje, da je 275 nezgoda od udara električne struje nastalo radi pogrešaka ljudi t. j. kao posljedica neznanja, površnosti i nebrige. U Velikoj Britaniji postoji niz institucija, koje rade na uklanjanju i na smanjivanju broja nezgoda. To su službene institucije i odgovarajući službenici Central Electricity Authority (Glavne uprave britanske elektroprivrede). Tu su nadalje i suradnici velikih industrijskih poduzeća, a od prošle godine i Savjet nacionalne inspekcije (National Inspection Council) sa cijelim štabom inspektora za zaštitu u kućanstvu. Osim spomenutih ima još i drugih institucija i savjetodavnih stanica za zaštitu od udara električne struje.

Nezgode nastale uslijed udara električne struje u odnosu spram nezgoda, koje su izazvane drugim faktorima, relativno su male. U 1954. g. u Velikoj Britaniji poginule su 122 osobe od udara električne struje, dok je od nezgoda na ulicama poginulo 5268 osoba, u zgradama i stanovima od pada na stepenicama, te od raznih opeklina i drugih uzroka poginulo je 8323 osoba, od kojih je 794 poginulo od otrovanja rasvjetnim plinom. Treba spomenuti, da se u posljednjih 25 godina broj smrtnih slučajeva izazvanih udarom električne struje kretao između 100 i 150 godišnje, premda se potrošak električne energije udvostručavao svakih 10 godina. To ne važi za ratne godine.
Pregledom nesretnih slučajeva izazvanih udarom električne struje može se ustanoviti, da je veći dio tih nesreća nastao neispravnim rukovanjem električnih naprava, a tek manjim dijelom uslijed njihovih nedostataka, kao što su izlomljeni osigurači, oštećena izolacija i sl. Nije radi toga dovoljno izdati samo detaljne propise o primjeni električne energije, već je potrebna i briga, da se ti propisi zaista i koriste u industriji, obrtu i kućanstvu. *D. Feöcze*

PREGLED NOVIH KNJIGA

Privredni račun samoupravnih pogona u energetskom sistemu

Napisao: Danijel Feöcze

Knjiga sadrži ekonomske karakteristike elektroenergetskog sistema obrađuje njegovu ulogu i prikazuje gospodarske odnose, koji nastaju između elektrana različitog organskog sastava, električne mreže i samoga sistema. U njoj je dana konkretna šema za takvu gospodarsko računsku organizaciju rada, koja omogućuje autonomiju gospodarenja pojedine jedinice u okviru njezinog djelokruga. Ona ispunjava veliki manjak u našoj ekonomskoj literaturi i bit će korisna za kadrove u elektroprivredi. Knjiga će ih uvesti u ekonomsku problematiku rada u sistemu, stvaranja individualnog i kolektivnog dohotka, njegovih obračuna i evidencije o učestvovanju i zaradi i uspjehu poduzeća. Rad je posve originalan i bit će od velike pomoći pri izučavanju ekonomskih odnosa u elektroprivredi.

Knjiga se može nabaviti putem naše uprave.

Ispravite u Energiji 3—4/1958

U statističkom energetskom izvještaju treba međusobno zamijeniti crteže na str. 125 (S73) i 131 (S5) te crteže na str. 126 (S74) i 132 (S6). Štampani opisni tekst ostaje na svom mjestu.

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ ZA MJESEC VELJAČU 1958.

Proizvodnja i nabava električne energije NR Hrvatske

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh						Razmjena-saldo			Ukupno 5 + 6 + 7 + 8 + 9
		Udružene elektroprivrede		Većih ind. elektrana		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegov.	Mađarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
II.	1957	66014	8225	1678	10559	67692	18784	22200	13658	—	122334
III.	1957	57981	15010	1358	11403	59339	26413	25093	20724	—	131569
IV.	1957	63618	9678	1902	10868	65520	20546	32754	10874	—	129694
V.	1957	60165	14305	1623	11231	61788	25536	37726	7201	—	132251
VI.	1957	50612	16278	1240	11656	51852	27934	34056	9559	—	123401
VII.	1957	27559	12692	659	13219	28218	25911	26744	42944	—	123817
VIII.	1957	23668	19756	603	16001	24271	35757	24536	38800	—	123364
IX.	1957	27511	21139	908	18524	28419	39663	22055	30968	—	121105
X.	1957	56381	21448	1443	18433	57824	39881	24376	18151	—	140232
XI.	1957	62666	22061	1658	15361	64324	37422	22922	23715	—	148383
XII.	1957	59164	30818	1327	16402	60491	47220	20228	38150	—	166089
Ukupno :	1957	617143	207162	15721	166377	632864	373539	327226	262951	—	1,596580
I.	1958	79976	26082	1886	11423	81862	37505	—1302	46891	—	164956
II.	1958	63076	18893	1580	13188	64656	32081	1779	50530	—	149046
Ukupno I. - II.		143052	44975	3466	24611	146511	69586	477	97421	—	314002

ENERGETSKA BILANCA ZEP HRVATSKE ZA MJESEC VELJAČU 1958. U MWh

IZVOR ELEKTRIČNE ENERGIJE	1958		1957		Odnos u %	
	Izvješt. mjesec	Od početka godine	Izvješt. mjesec	Od početka godine	1 : 3	2 : 4
a	1	2	3	4	5	6
Proizvodnja na generatoru: hidroelektrane	63076	143052	66014	127818	85,5	112,5
termoelektrane	18893	44975	8225	23977	229,0	188,0
Ukupno (a)	81969	188027	74239	151795	110,2	124,0
Vlastiti potrošak	2391	5499	1294	2936	185,3	187,1
Prag udruženih elektrana	79578	182528	72945	148859	109,0	122,7
Nabava: od industrijskih elektrana (b)	293	501	1956	3398	15,0	14,8
Razmjena sa susjed. zajednicama (c)	52309	97898	35858	78601	146,2	124,5
Razmjena sa inozemstvom (d)	—	—	—	—	—	—
Ukupno raspoloživo na pragu:	132180	280927	110759	230858	119,2	121,7
Gubici: prijenosa	7634	18117	4370	7889	174,6	247,0
razdiobe	10148	12642	9039	21451	112,2	99,0
Predano potrošačima	114398	240168	97350	201518	117,2	119,0
Industr. vlastita opskrba (e)	14475	27576	10281	22881	140,7	113,1
Ukupna proizvodnja (F = a + b + e)	96737	216104	86476	178074	112,0	120,1
Proizvodnja, nabava i razmjena (G = f + c + d)	149046	314002	122334	256675	122,1	121,7
Nenamirene potrebe:						
zbog pomanjkanja energije	144,7	175,3	102,9	1717,3	140,8	10,2
zbog pogonskih smetnji	307,8	600,6	112,2	228,7	274,0	262,0
Ukupni manjak električne energije	452,5	775,9	215,1	1946,0	210,3	39,9
Ukupna potreba električne energije	149498,5	313014,9	122549,1	258621,0	122,0	121,0
Zadovoljenje u %	99,6	99,5	99,9	99,2	99,7	100,2

POGONSKI POKAZATELJI ELEKTRANA ZA MJESEC VELJAČU 1958.

Vrst elektrana		NAZIV ELEKTRANE	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh		Vlastiti potrošak		Moguća proizvodnja MWh	Faktor iskorištenja %	Maksimalno opterećenje MW	Utrošak topline kcal/kWh
				u izvj. mjesecu	od početka godine	MWh	% od proizvodnje				
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UDRUŽENE	HE	Vinodol	75,2	16 086	33 246	96	0,59	16 350	97,8	74,0	—
		Ozalj	5,0	2 798	5 519	129	4,62	2 798	100,0	5,1	—
		Zeleni Vir	0,8	550	1 154	3	0,54	562	97,8	0,8	—
		Fužine	4,0	174	358	36	21,15	...	...	...	—
		Kraljevac	68,0	29 419	70 847	150	0,51	30 420	96,5	67,2	—
		Miljacka	20,0	10 067	22 993	57	0,57	10 679	99,5	...	—
		Jaruga	5,4	3 345	7 126	5	0,15	3 580	93,6	5,4	—
		Zavrelje	1,5	522	1 671	8	0,15	...	...	...	—
		Mihaljevci	0,08	4	8	—	—	...	...	...	—
		Kuzmica	0,17	111	130	0	—	...	...	—	—
		Svega	××××	63 076	143 052	484	7,67	××××××	××××××	××××	××××××
	TE	Zagreb	17,0	5 473	11 706	677	12,36	11 424	48,0	14,6	5 646
		Jertovec	26,5	9 894	24 292	824	9,25	17 808	55,5	19,0	4 101
		Vlaška	9,0	2 821	7 088	308	10,91	6 048	46,7	8,3	4 689
		Rijeka	5,0	—	441	—	—	3 360	—	—	—
		Dubrovnik	1,0	5	5	2	4,00	672	0,7	...	...
		Zadar	0,5	—	—	—	—	336	—	—	—
		Osijek	3,4	551	1 129	67	12,15	2 284	24,1	3,3	6 421
		Đakovo	0,5	147	310	29	19,75	336	43,7	0,5	11 396
		Vinkovci	0,2	1	3	0	—	134	0,7	...	...
		Kuzmica	0,2	1	1	—	—	134	0,7	0,2	3 000
		Svega	××××	18 893	44 975	1 907	10,10	××××××	××××××	××××	××××××
	Ukupno		××××	81 969	188 027	2 391	2,92	××××××	××××××	××××	××××××
INDUSTRIJSKE	HE	Pam. ind. Duga Resa	1,7	619	1 273	*	*	...	...	...	—
		Tv. papira, Rijeka	0,4	328	681	*	*	...	...	...	—
		Tv. cementa, Majdan	1,0	333	899	...	...	...	...	...	—
		Roški Slap, Siverić	0,8	300	613	...	...	...	...	...	—
		Svega	××××	1 580	3 466	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
	TE	Željezara, Sisak	5,5	3 439	7 020	593	17,30	3 696	93,0	6,5	...
		Rafinerija nafte Sisak	4,0	1 640	3 403	122	7,44	2 688	61,0	2,6	2 775
		Pam. ind. Duga Resa	2,6	934	1 948	117	12,53	1 747	53,5	3,1	4 420
		Pamuč. ind. Zagreb	0,5	—	—	—	—	336	—	—	—
		Tv. papira, Zagreb	2,1	775	1 554	...	...	1 411	54,9	...	...
		Tv. papira, Rijeka	2,0	534	1 098	42	7,87	1 344	39,8	1,4	4 781
		Tv. cem., Koromačno	1,2	356	356	...	...	806	44,1	...	...
		Jugovinil, Split	17,5	2 299	2 420	...	...	11 760	19,5	—	...
		Tv. cem., Sučurac	3,7	—	—	—	—	2 486	—	—	...
		Tv. cem., Majdan	1,6	840	1 759	...	...	1 075	78,1	...	—
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	811	2 069	163	20,09	4 032	20,0	2,0	5 528
		Tv. vagona, Sl. Brod	3,0	753	1 597	106	14,09	2 016	37,5	2,5	5 500
		Sladorana, Županja	7,0	431	973	72	16,69	4 704	10,6	4,1	7 000
		Šećerana, Osijek	2,0	376	414	...	...	1 344	28,0	...	9 500
		Svega	××××	13 188	24 611	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
	Ukupno		××××	14 768	28 077	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
Sveukupno			××××	96 737	216 104	...	...	××××××	××××××	××××	××××××

* Vlastiti potrošak za industrijske elektrane, koje rade hidro i termo, iskazan je ukupno pod termo.

VODNA BILANCA HE VINODOL ZA MJESEC VELJAČU 1958.

Akumulacija 31. I. 1958.		32.554,8 MWh	Raspoloživa količina vode	60.603,6 MWh
dotok **Lokvarka**	11.603,1 MWh		Proizvodnja	16.086,0 MWh
dotok **Ličanka**	16.445,7 MWh		Preljev preko brane	2.006,5 MWh
Ukupno		28.048,8 MWh	Akumulacija 28. II. 1958.	42.511,1 MWh

PROIZVODNJA UGLJENA ZA MJESEC VELJAČU 1958

Vrste ugljena — ugljenokopi		Proizvodnja u tonama					
		izvještajni mjesec			od početka godine		
		1958	1957	odnos % 1 : 2	1958	1957	odnos % 4 : 5
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Raša		64560	68670	94,5	133370	138890	96,0
MRKI	Rudnik mrkog ugljena, »Dubravice«	601	518	116,0	1283	1883	68,3
	Golubovečki ugljenokopi, Golubovec	6568	6544	100,4	13368	13206	101,2
	Rudnik mrkog ugljena, Ivanopolje	1875	2154	87,2	3941	3842	102,6
	Krapinski ugljenokopi, Krapina	1559	1864	83,6	2949	3669	80,2
	Međimur. ugljenokopi, Mursko Središće	17796	16345	108,9	34627	32378	106,9
	Rudnik mrkog ugljena, Pregrada	5514	4200	131,3	10341	7466	138,8
	Rudnici mrkog ugljena, Siverić	11578	11949	96,9	26417	24542	107,6
	Konjšćinski ugljenokopi, pogon Zajezda	2700	3160	85,5	4970	6023	82,5
	Rudnik »Češko selo«, (Dodoše)	315	—	—	687	53	—
	Rudnik mrkog ugljena, Ratkovica	2260	—	—	4160	—	—
	Svega mrki	50776	46734	108,6	102743	93061	110,4
LIGNIT	Ivanečki ugljenokopi, Ivanec	14516	13835	104,9	29432	26081	112,9
	Konjšćinski ugljenokopi, Konjšćina	21593	23909	91,3	44666	46551	96,0
	Koprivnički ugljenokopi, Koprivnica	14614	11837	123,4	29646	22758	130,2
	Rudnik lignita, Ladanje Donje	14241	12722	111,9	28836	27465	105,0
	Bjelovarski ugljenokopi, Mišulinovac	3763	4329	86,9	7727	8895	86,8
	Novogradiški ugljenokopi, N. Gradiška	618	1015	61,0	1214	2049	59,4
	Rudnik lignita »Bilo«, Pitomača	3462	2873	120,4	6915	5873	117,8
	Rudnik lignita, Sinj	620	1546	40,1	1298	3064	32,3
	Rudnik lignita, Špičkovina	2260	2025	111,6	4960	4401	112,7
	Stubički ugljenokopi, Tugonica	13329	13990	95,3	26973	29287	92,1
	Križevački ugljenokopi, Voj. Kloštar	5261	3667	143,4	10167	7489	136,0
	Kordunski rudnici, Topusko	1369	1907	71,6	2775	3701	74,9
	Ostali	—	788	—	—	1372	—
	Svega lignit	95646	94443	101,3	194609	188986	103,0
Ukupno sve vrste ugljena		210982	209847	100,5	430722	420937	102,3

INDEKS PROIZVODNJE UGLJENA I KOKSA U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						Koksare	Plinare
		Ukupno	kameni	mrki	lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora		
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proizvodnja u 000 t	II. 1958	1557	95	700	762	395	211	342	592	1,0	15,8	82	2,1
	I. - II. 1958	3198	197	1432	1569	833	431	695	1201	2,0	35,4	170	4,4
Indeks na bazi	II. 1958	103	88	96	114	102	99	101	107	100	149	101	100
	I. - II. 1958	103	90	96	112	104	101	98	105	99	177	101	109

INDEKS PROIZVODNJE I PRERADE NAFTE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzini	»White« špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	000m³	t	t	t	t	t	t	t
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja	II. 1958	34006	3748	82881	20397	1007	4096	19478	3321	163
	I. - II. 1958	71054	7650	174927	39757	1302	10112	40785	6981	330
Indeks na bazi	II. 1958	114	107	108	137	138	73	99	112	103
	I. - II. 1958	117	104	111	137	92	78	106	129	104

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 4/1958).

STRUKTURA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO VRSTAMA POTROŠAČA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE ZA MJESEC VELJAČU 1958.

Potrošačka grupa		Godina 1958			Godina 1957			Odnos u %	
		Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	1 : 4	3 : 6
a		1	2	3	4	5	6	7	8
Široka potrošnja	Kućanstva	29 021	22,0	60 192	21 029	19,0	43 067	138,0	140,0
	Rasvjeta u posl. prost.	4 202	3,2	9 035	4 461	4,0	9 584	117,5	117,5
	Ras. u društv. prost.	1 022	0,8	2 235					
	Motori i aparati	3 699	2,8	7 731	2 838	2,5	5 687	130,3	136,0
	Poljoprivredni motori	540	0,3	1 076	320	0,3	790	168,7	135,5
	Javna rasvjeta	1 719	1,3	3 740	1 424	1,3	3 155	120,6	118,6
	Vodovod	3 083	2,3	6 331	2 925	2,6	6 200	105,2	102,1
	Električna vuča:								
	a) tramvaj i trolejbus	1 141	0,9	2 476	988	0,9	2 165	115,2	114,1
	b) željeznica	860	0,7	1 811	842	0,8	1 767	102,0	102,5
	Preprodavci	1 590	1,2	3 490	1 276	1,2	3 011	124,6	116,0
	Ukupno	46 877	35,5	98 117	36 103	32,6	75 426	129,8	130,0
Vele-potrošači	Ugljenokopi	5 512	4,2	11 740	6 250	5,6	12 468	88,2	94,2
	Tvornice cementa	4 607	3,5	10 250	4 410	4,0	9 207	104,3	111,4
	Ostala industrija	23 462	17,7	47 074	19 062	17,2	37 594	123,0	125,0
	Ukupno	33 581	25,4	69 064	29 722	26,8	59 269	112,9	116,2
Specijalni velepotrošači	Elektro-kemija	23 902	18,1	51 341	23 828	21,5	50 421	100,3	101,9
	Elektro-metalurgija	9 974	7,6	21 576	7 697	7,0	16 402	129,8	131,3
	Melioracije	64	0,0	70	*	—	*	—	—
	Ukupno	33 940	25,7	72 987	31 525	28,5	66 823	107,6	109,0
Predano potrošačima		114 398	86,6	240 168	97 350	87,9	201 518	107,1	119,1
Gubici	prijenosa	7 634	5,8	18 117	4 370	3,9	7 889	174,5	247,1
	razdiobe	10 148	7,6	22 642	9 039	8,2	21 451	111,9	99,1
Ukupno raspoloživa električna energija		132 180	100,0	280 927	110 759	100,0	230 858	119,1	121,5

NAPOMENA: Potrošnja grupe »Melioracije« u 1957. god. bila je iskazivana pod grupom »Poljoprivredni motori«.

INDEKS PROIZVODNJE ELEKTROENERGIJE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	FNRJ			Po narodnim republikama					
		Ukupno	hidro	termo	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja u MWh × 10^6	II. 1958	573	329	544	136	100	174	134	24,7	4,1
	I. - II. 1958	1202	688	514	288	223	354	275	51,5	9,1
Indeks na bazi	II. 1957	126	141	110	135	106	108	159	213	128
	I. - II. 1957	129	151	108	131	120	107	168	216	128

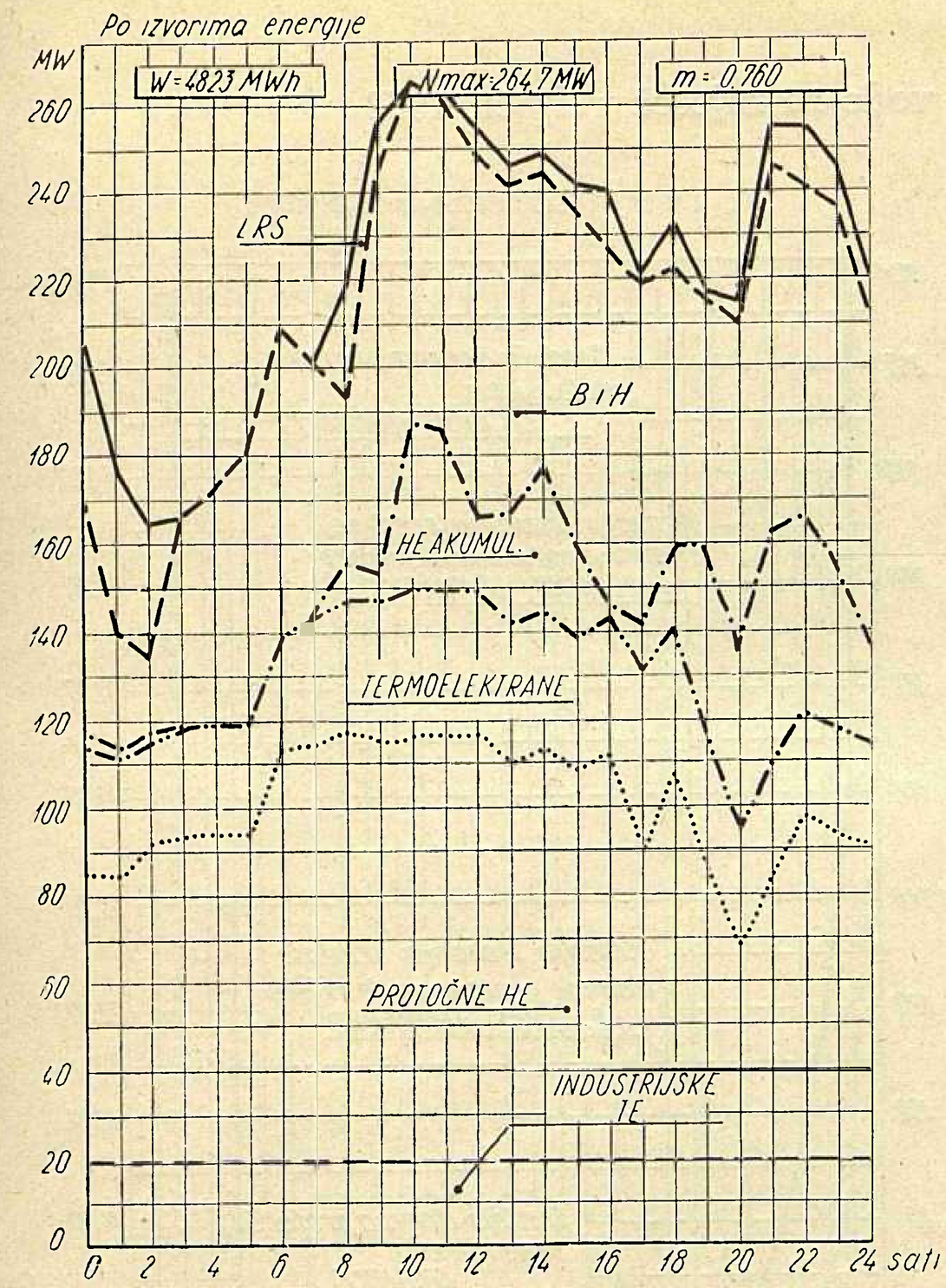
INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U FNRJ

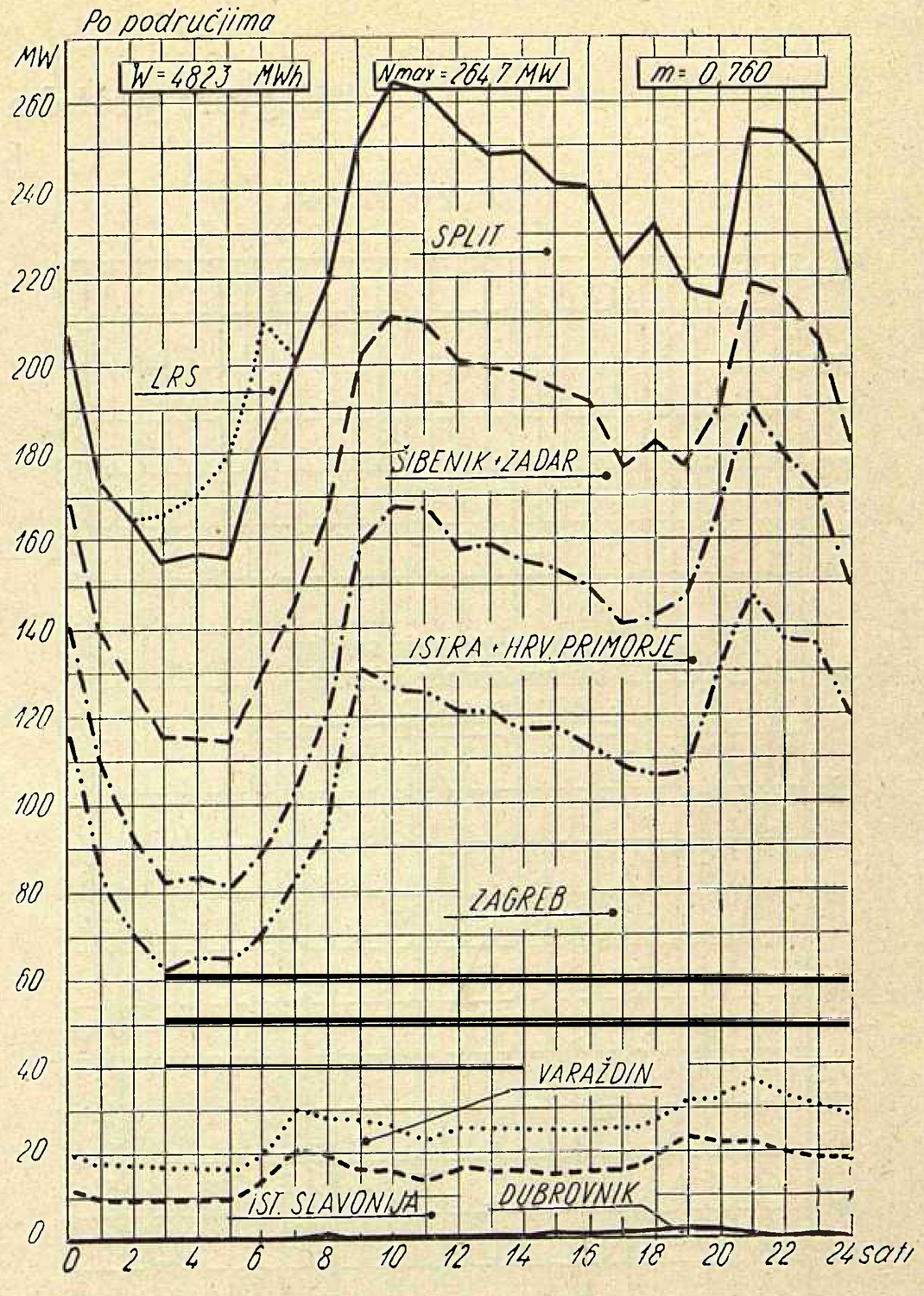
Izvještajno razdoblje	FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	sredstva rada	materijal za reprodukciju	Potrošna roba
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
II. 1958	98	100	92	97	102	116	98	98	98	97
II. 1957	86	81	84	91	91	80	70	82	88	83
I. - II. 1958	98	98	94	97	103	109	97	94	99	97
I. - II. 1957	84	80	84	89	88	77	70	78	87	82

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 4/58).

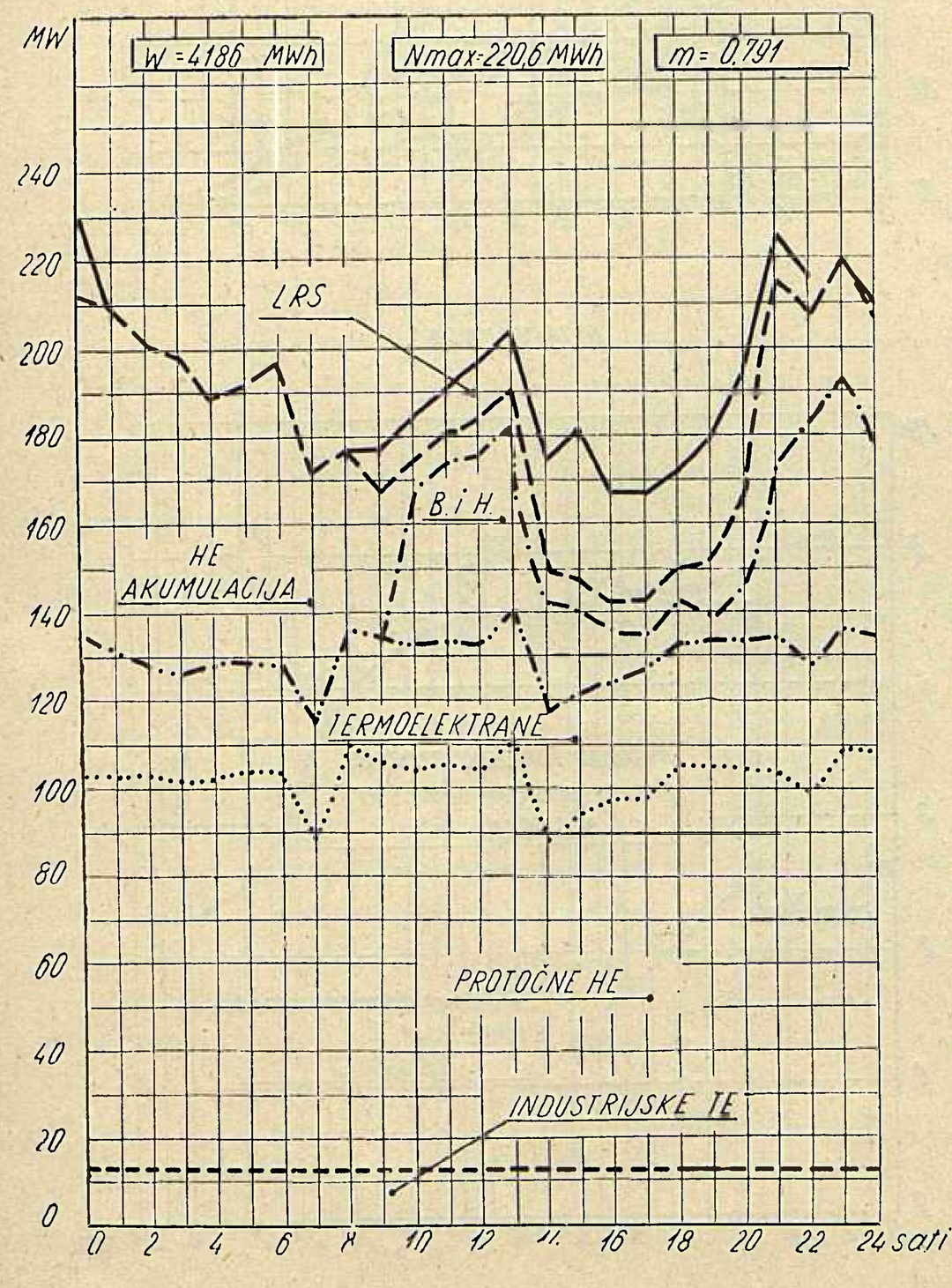
Tokovi dnevnog opterećenja 19. i 23. 2. 1958

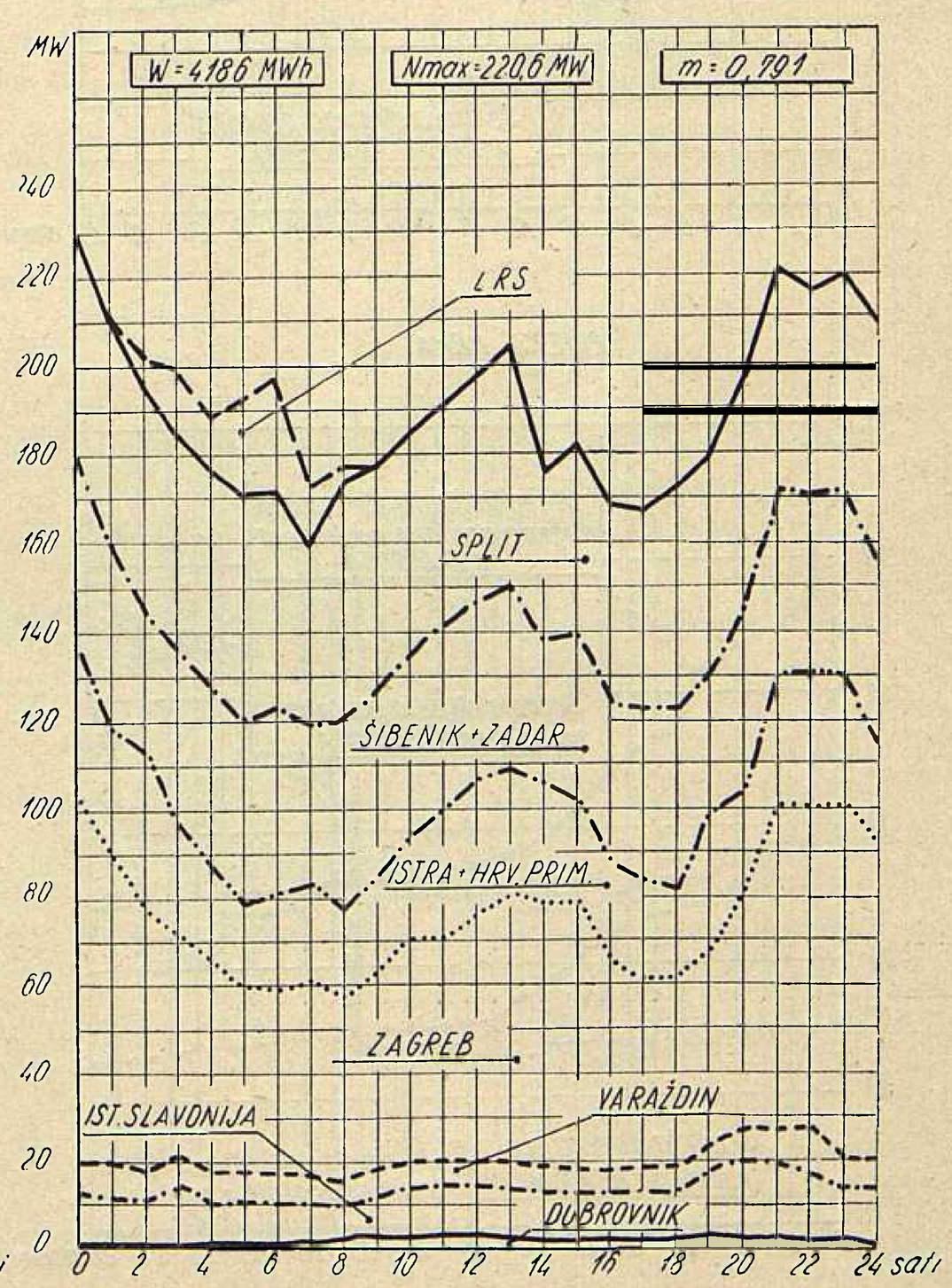
SRIJEDA - 19. II. 58





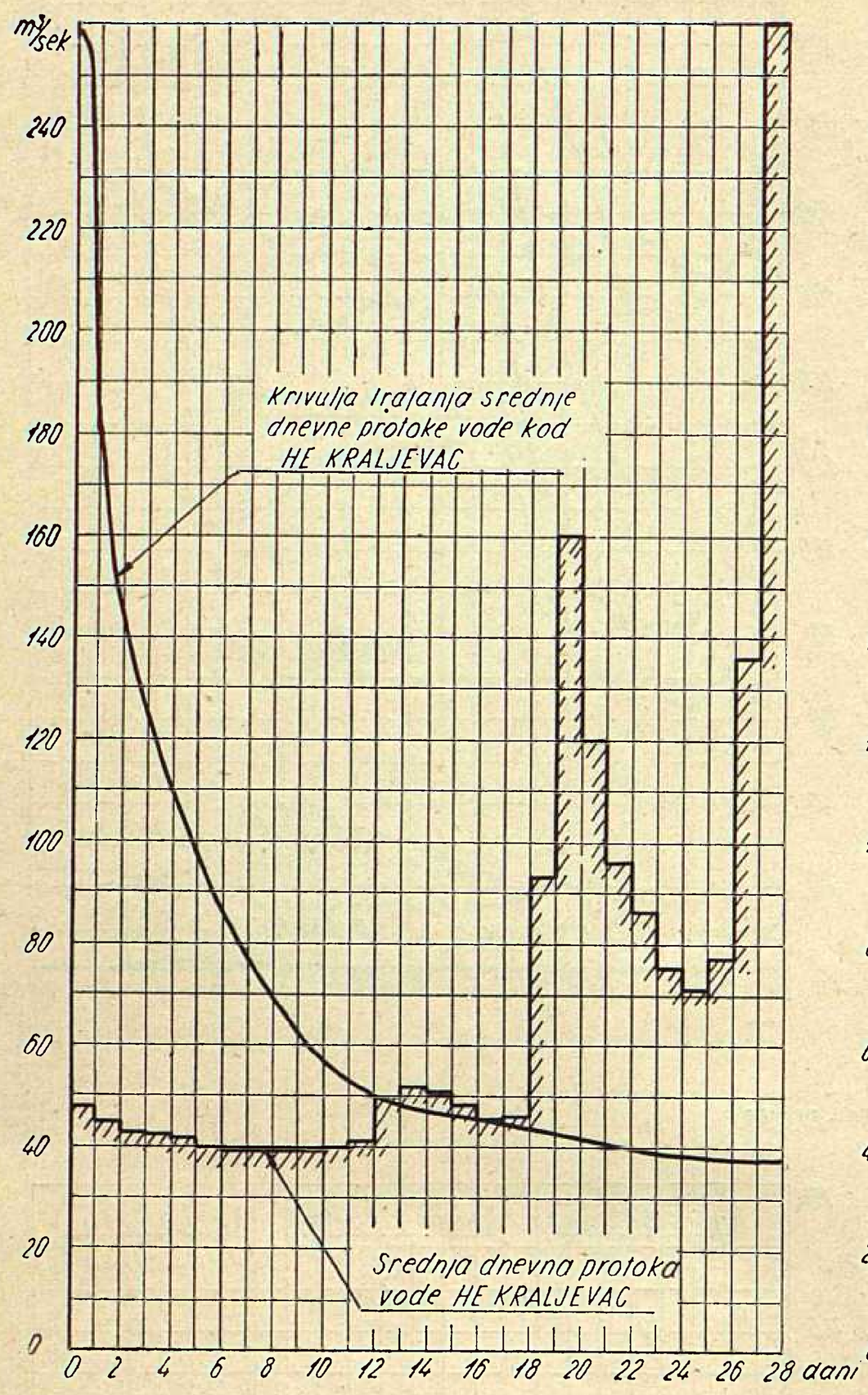
NEDJELJA - 23. II. 58



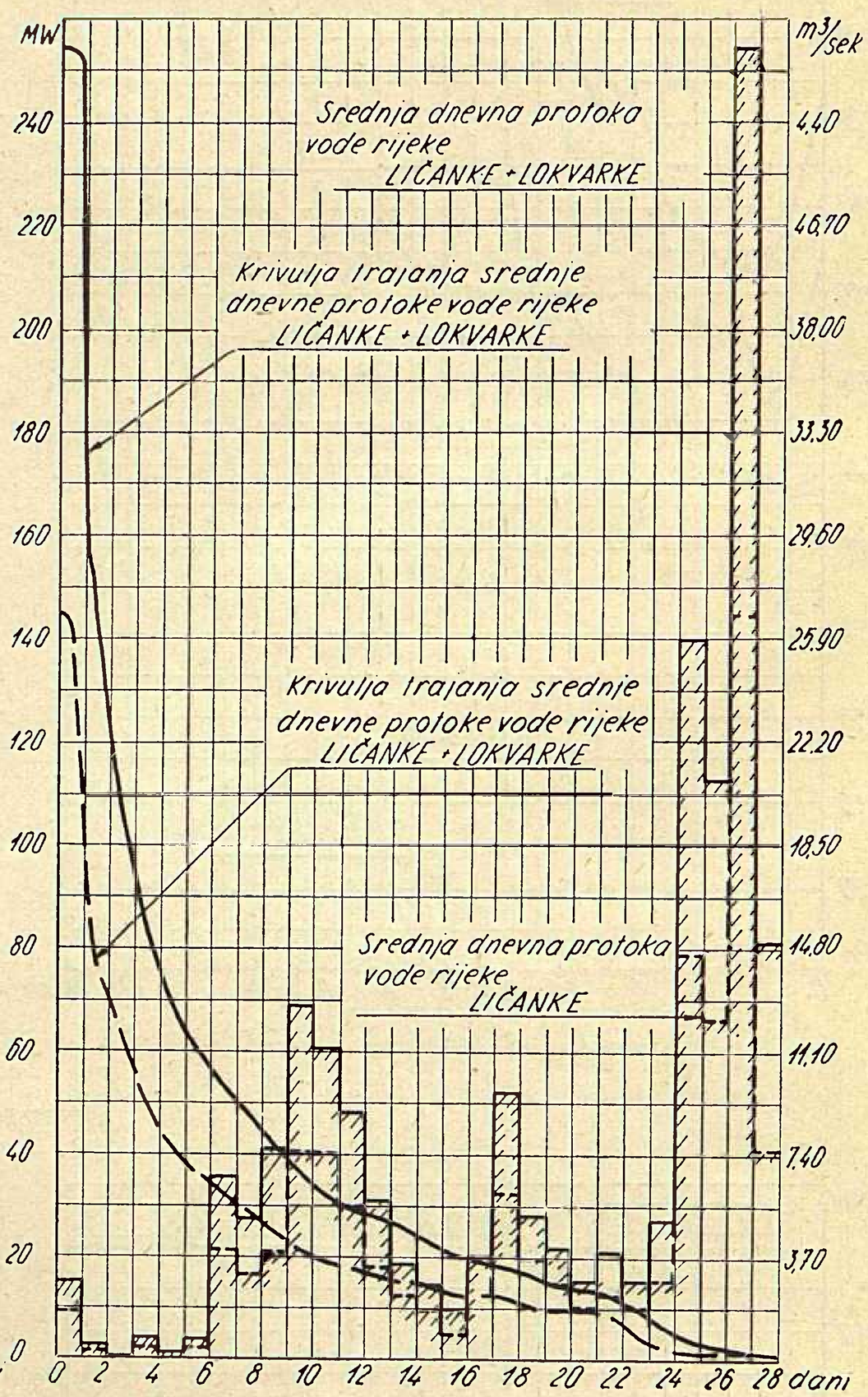


Dijagram protoka vode za mjesec veljaču 1958

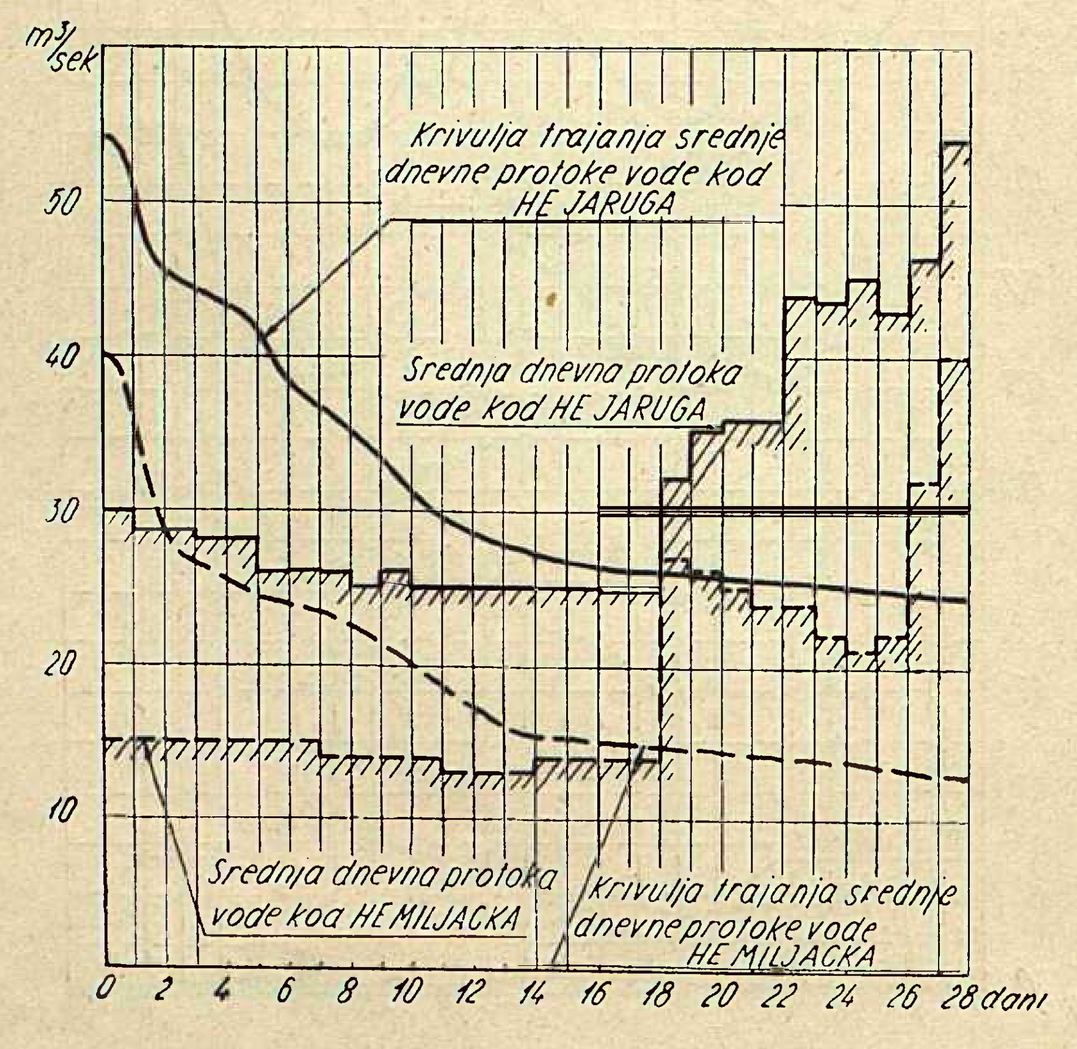
RIJEKA CETINA



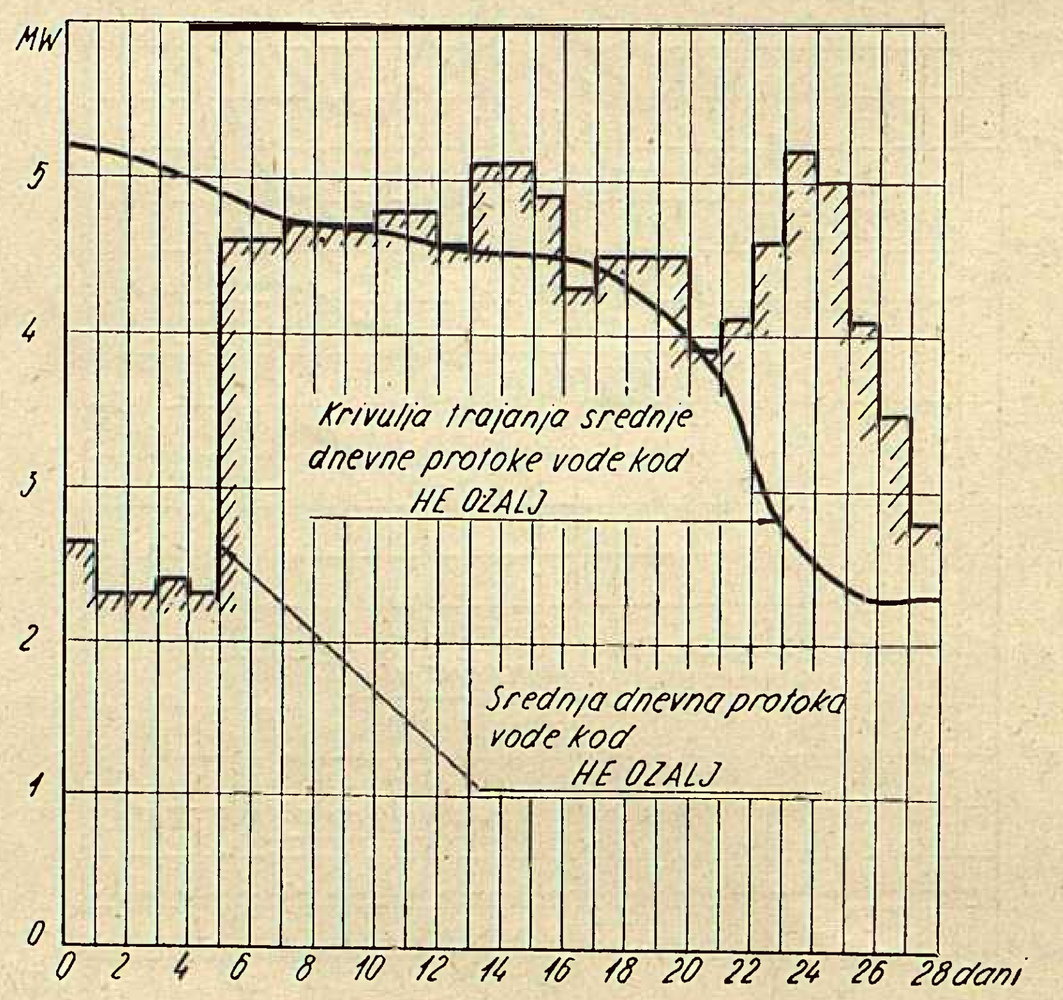
LIČANKA + LOKVARKA (HE VINODOL)



RIJEKA KRKA



RIJEKA KUPA



STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ ZA MJESEC OŽUJAK 1958

Proizvodnja i nabava električne energije u NRH

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh						Nabava MWh iz			Ukupno (5+6+7+8+9)
		Udružene elektroprivrede		Većih ind. elektrana		Ukupno		Slovenije	BiH	Madjarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
III.	1957	57981	15010	1358	11403	59339	26413	25093	20724	—	131569
IV.	1957	63618	9678	1902	10868	65520	20546	32754	10874	—	129694
V.	1957	60165	14305	1623	11231	61788	25536	37726	7201	—	132251
VI.	1957	50612	16278	1240	11656	51852	27934	34056	9559	—	123401
VII.	1957	27559	12692	659	13219	28218	25911	26744	42944	—	123817
VIII.	1957	23668	19756	603	16001	24271	35757	24536	38800	—	123364
IX.	1957	27511	21139	908	18524	28419	39663	22055	30968	—	121105
X.	1957	56381	21448	1443	18433	57824	39881	24376	18151	—	140232
XI.	1957	62666	22061	1658	15361	64324	37422	22922	23715	—	148383
XII.	1957	59164	30818	1327	16402	60491	47220	20228	38150	—	166089
Ukupno	1957	617143	207162	15721	166377	632864	373539	327226	262951	—	1596580
I.	1958	79976	26028	1886	11423	81862	37505	—1302	46891	—	164956
II.	1958	63076	18893	1580	13188	64656	32081	1779	50530	—	149046
III.	1958	86975	17759	2024	11951	88999	29710	—6000	62133	—5697	169145
Ukupno I.-III.	1958	230027	62734	5490	36562	235517	99296	—5523	159554	—5697	483147

ENERGETSKA BILANCA ZEP HRVATSKE ZA MJESEC OŽUJAK 1958. U MWh

IZVOR ELEKTRIČNE ENERGIJE	1958		1957		Odnos u %	
	Izvješt. mjesec	Od početka godine	Izvješt. mjesec	Od početka godine	1 : 3	2 : 4
a	1	2	3	4	5	6
Proizvodnja na generatoru: hidroelektrane	86975	230027	57981	185799	150,0	124,0
termoelektrane	17759	62734	15010	38987	118,1	161,0
Ukupno (a)	104734	292761	72991	224786	143,7	130,5
Vlastiti potrošak	2847	8346	1540	4476	185,0	186,4
Prag udruženih elektrana	101887	284415	71451	220310	142,6	129,1
Nabava: od industrijskih elektrana (b)	229	730	523	3921	43,7	18,6
Razmjena sa susjed. zajednicama (c)	56133	154031	45817	124418	122,6	123,9
Razmjena sa inozemstvom (d)	—5697	—5697	—	—	—	—
Ukupno raspoloživo na pragu:	152552	433479	117791	348649	129,2	124,3
Gubici: prijenosa	12241	30358	4337	12226	282,8	248,0
razdiobe	20105	42747	14464	35915	139,0	119,0
Predano potrošačima	120206	360374	98990	300508	121,2	120,0
Industr. vlastita opskrba (e)	13746	41322	12238	35119	112,4	114,0
Ukupna proizvodnja (F = a + b + e)	118709	334813	85752	263826	138,1	126,6
Proizvodnja, nabava i razmjena (G = f + c + d)	169145	483147	131569	388244	128,9	124,0
Nenamirene potrebe:						
zbog pomanjkanje energije	24,2	199,5	5,1	1722,4	475,0	11,6
zbog pogonskih smetnji	117,7	718,3	98,5	327,2	119,5	219,5
Ukupni manjak električne energije	141,9	917,8	103,6	2049,6	137,0	44,7
Ukupna potreba električne energije	169286,9	484064,8	131672,6	390293,6	128,9	123,6
Zadovoljenje u %	99,9	99,6	99,9	99,5	100,0	100,0

POGONSKI POKAZATELJI ELEKTRANA ZA OŽUJAK 1958

Vrst elektrana		NAZIV ELEKTRANE	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh: u izvj. mjesecu	Proizvodnja u MWh: od početka godine	Vlastiti potrošak: MWh	Vlastiti potrošak: % od proizvodnje	Moguća proizvodnja MWh	Faktor iskorištenja %	Maksimalno opterećenje MW	Utrošak topline kcal/kWh
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UDRUŽENE	HE	Vinodol	75,2	17 406	50 652	180	1,03	17 406	100,0	74,0	—
		Ozalj	5,0	2 980	8 499	139	4,76	2 980	100,0	5,0	—
		Zeleni Vir	0,8	575	1 729	4	0,69	586	98,0	0,8	—
		Fužine	4,0	—	358	—	—	—	—	—	—
		Kraljevac	68,0	45 681	116 528	150	0,33	47 000	97,0	67,6	—
		Miljacka	20,0	14 900	37 893	71	0,48	17 040	87,4	21,0	—
		Jaruga	5,4	3 907	11 033	6	0,15	4 090	95,5	5,4	—
		Zavrelje	1,5	1 399	3 070	10	0,71	...	...	...	—
		Mihaljevci	0,08	4	12	—	—	...	...	...	—
		Kuzmica	0,2	123	253	0	—	...	...	...	—
		Svega	××××	86 975	230 027	560	0,64	×××××	×××××	××××	×××××
	TE	Zagreb	17,0	5 003	16 709	838	16,76	12 648	39,6	10,4	5 764
		Jertovec	26,5	10 204	34 496	1 058	10,37	19 730	51,7	19,0	4 123
		Vlaška	9,0	1 795	8 883	290	16,15	6 696	26,8	4,3	5 909
		Rijeka	5,0	—	441	—	—	3 720	—	—	—
		Dubrovnik	1,0	124	129	1	0,81	744	16,7	...	...
		Zadar	0,5	1	1	0	0,00	372	0,4	...	...
		Osijek	3,4	486	1 615	67	13,78	2 529	19,2	2,0	7 047
		Đakovo	0,5	145	455	33	22,75	372	39,0	0,4	10 694
		Vinkovci	0,2	1	4	0	0,00	149	0,7	...	...
		Kuzmica	0,2	—	1	—	—	149	—	—	—
		Svega	××××	17 759	62 734	2 287	14,51	×××××	×××××	××××	×××××
	Ukupno		××××	104 734	292 761	2 847	2,72	×××××	×××××	××××	×××××
INDUSTRIJSKE	HE	Pam. ind., Duga Resa	1,7	723	1 996	*	*	...	...	...	—
		Tv. papira, Rijeka	0,4	272	952	*	*	...	...	...	—
		Tv. cementa, Majdan	1,0	729	1 628	...	...	...	...	...	—
		Roški Slap, Siverić	0,8	300	913	...	...	...	...	...	—
		Svega	××××	2 024	5 490	...	...	×××××	×××××	××××	×××××
	TE	Željezara, Sisak	5,5	3 630	10 650	658	18,13	4 092	88,7	6,5	...
		Rafinarija nafte, Sisak	4,0	1 769	5 172	112	6,34	2 976	59,5	3,0	2 751
		Pam. ind., Duga Resa	2,6	902	2 850	123	13,63	1 934	46,6	3,2	4 550
		Pam. ind., Zagreb	0,5	—	—	—	—	372	—	—	—
		Tv. papira, Zagreb	2,1	775	2 329	...	...	1 562	49,6	...	...
		Tv. papira, Rijeka	2,0	501	1 599	37	7,39	1 488	33,7	1,6	3 993
		Tv. cem., Koromačno	1,2	267	623	...	...	893	29,9	...	...
		Jugovinil, Split	17,5	1 363	3 783	...	...	12 871	10,6	...	...
		Tv. cementa, Sućurac	3,7	—	—	—	—	2 753	—	—	—
		Tv. cementa, Majdan	1,6	1 022	2 781	...	...	1 190	85,7	...	...
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	920	2 989	202	22,00	4 464	20,6	2,0	5 422
		Tv. vagona, Sl. Brod	3,0	802	2 399	113	14,09	2 232	36,0	2,4	4 750
		Sladorana, Županja	7,0	—	973	—	—	5 208	—	—	—
		Šećerana, Osijek	2,0	—	414	—	—	1 488	—	—	—
		Svega	××××	11 951	36 562	...	...	×××××	×××××	××××	×××××
	Ukupno		××××	13 975	42 052	...	...	×××××	×××××	××××	×××××
Sveukupno			××××	118 709	334 813	...	...	×××××	×××××	××××	×××××

* Vlastiti potrošak za industrijske elektrane, koje rade hidro i termo, iskazan je ukupno pod termo.

VODNA BILANCA HE VINODOL ZA OŽUJAK 1958

Akumulacija 28. II. 1958		42.511,1 MWh	Raspoloživa količina vode		49.626,2 MWh
dotok Lokvarka	2933,1 MWh		Proizvodnja		17.405,6 MWh
dotok Ličanka	4182,0 MWh		Preljev preko brane		—
Ukupno		7.115,1 MWh	Akumulacija 31. III. 1958		32.220,6 MWh

PROIZVODNJA UGLJENA ZA MJESEC OŽUJAK 1958

	Vrste ugljena — ugljenokopi	Proizvodnja u tonama					
		izvještajni mjesec			od početka godine		
		1958	1957	odnos % 1 : 2	1958	1957	odnos % 4 : 5
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Raša	70520	64430	109,4	203890	203320	100,3
MRKI	Rudnik mrkog ugljena »Dubravice«	608	376	161,6	1891	2258	84,7
	Golubovečki ugljenokopi »Golubovec«	7184	6970	103,1	20552	20176	101,9
	Rudnik mrkog ugljena, Ivanopolje	1717	2217	77,4	5658	6059	93,6
	Krapinski ugljenokopi, Krapina	1830	2186	84,2	4779	5855	81,6
	Međimurski ugljenokopi, M. Središće	17879	16774	106,6	52506	49152	106,8
	Rudnik mrkog ugljena, Pregrada	5423	5166	105,0	15764	12632	124,7
	Rudnik mrkog ugljena, Siverić	12607	11654	108,2	39024	36187	107,8
	Konjšćinski ugljenokopi — pogon Zajezda	3120	3580	87,2	8090	9603	84,6
	Rudnik »Češko selo« (Dadoše)	545	—	—	1232	53	—
	Rudnik mrkog ugljena, Ratkovica	2177	1111	196,0	6337	1111	—
	Svega mrki	53090	50025	106,1	155833	143086	108,9
LIGNIT	Ivanečki ugljenokopi, Ivanec	15049	12460	120,7	44481	38541	115,4
	Konjšćinski ugljenokopi, Konjšćina	23303	23909	97,5	67969	70460	96,7
	Koprivnički ugljenokopi, Koprivnica	14220	11346	125,3	43866	34104	128,6
	Rudnik lignita, Ladanje Donje	13590	12877	105,5	42426	40342	105,2
	Bjelovarski ugljenokopi, Mišulinovac	3900	2843	137,2	11627	11738	99,1
	Novogradiški ugljenokopi, N. Gradiška	602	1014	59,3	1816	3063	59,3
	»Bilo« rudnici lignita, Pitomača	3181	2921	108,9	10096	8794	114,9
	Rudnici ugljena metala i nemetala, Sinj	644	807	79,8	1942	3871	50,2
	Rudnik lignita, Špičkovina	2700	1649	163,8	7660	6050	126,6
	Stubički ugljenokopi, Tugonica	13828	12925	107,0	40801	42212	96,7
	Križevački ugljenokopi, Voj. Kloštar	5121	3716	137,8	15288	11205	136,4
	Kordunski rudnici, Topusko	1335	1047	127,6	4110	4748	86,6
	Ostali	—	64	—	—	1436	—
	Svega lignit	97473	87578	111,3	292082	276564	105,6
	Ukupno sve vrste ugljena	221083	202033	109,4	651805	622970	104,6

INDEKS PROIZVODNJE UGLJENA I KOKSA U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						Koksare	Plinare
		Ukupno	kameni	mrki	lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora		
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proizvodnja u 000 t	III. 1958	1622	103	752	767	388	221	360	637	1,0	15,0	87	2,2
	I—III. 1958	4820	300	2184	2336	1221	652	1055	1838	3,0	50,4	257	6,6
Indeks na bazi	III. 1957	103	100	99	109	103	107	97	105	91	140	101	105
	I—III. 1957	103	94	97	111	104	103	98	105	91	165	100	105

INDEKS PROIZVODNJE I PRERADE NAFTE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzini	»White« špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	000m³	t	t	t	t	t	t	t
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja	III. 1958	37048	4269	95404	21565	495	4266	27440	3295	153
	I—III. 1958	108102	11919	270331	61322	1797	14378	68225	10276	483
Indeks na bazi	III. 1957	112	115	115	139	78	62	131	67	94
	I—III. 1957	116	108	112	137	88	73	115	100	101

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 5/1958).

STRUKTURA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO VRSTAMA POTROŠAČA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE ZA OŽUJAK 1958

Potrošačka grupa		Godina 1958			Godina 1957			Odnos u %	
		Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	1 : 4	3 : 6
a		1	2	3	4	5	6	7	8
Široka potrošnja	Kućanstva	28 705	18,8	88 897	17 866	15,2	60 933	160,8	146,0
	Rasvjeta u posl. prost.	3 900	2,6	12 935	3 616	3,1	13 200	134,3	122,0
	Ras. u društv. prost.	960	0,6	3 195					
	Motori i aparati	3 604	2,4	11 335	2 589	2,2	8 276	139,0	136,9
	Poljoprivredni motori	464	0,3	1 540	382	0,3	1 172	121,5	131,4
	Javna rasvjeta	1 473	1,0	5 213	1 227	1,1	4 382	120,0	118,7
	Vodovod	3 092	2,0	9 423	2 958	2,5	9 158	104,4	103,0
	Električna vuča								
	a) tramvaj i trolejbus	1 254	0,8	3 730	1 093	0,9	3 258	114,8	114,5
	b) željeznica	1 111	0,7	2 922	1 063	0,9	2 830	104,5	103,1
	Preprodavci	1 381	0,9	4 871	1 113	0,9	4 124	124,0	118,1
	Ukupno	45 944	30,1	144 061	31 907	27,1	107 333	144,0	134,1
Vele-potrošači	Ugljenokopi	6 604	4,3	18 344	6 295	5,3	18 763	104,8	97,7
	Tvornice cementa	6 000	3,9	16 250	5 972	5,1	15 179	100,4	107,1
	Ostala industrija	23 975	15,7	71 049	19 522	16,6	57 116	122,4	124,3
	Ukupno	36 579	23,9	105 643	31 789	27,0	91 058	115,1	116,0
Specijalni velepotrošači	Elektro-kemija	25 363	16,6	76 704	26 215	22,3	76 636	96,7	100,1
	Elektro-metalurgija	12 010	7,9	33 586	9 079	7,7	25 481	132,1	131,6
	Melioracija	310	0,2	380	*	*	*	—	—
	Ukupno	37 683	24,7	110 670	35 294	30,0	102 117	106,8	108,1
Predano potrošačima		120 206	78,7	360 374	98 990	84,1	300 508	121,2	120,0
Gubici	prijenosa	12 241	8,0	30 358	4 337	3,6	12 226	281,9	248,2
	razdiobe	20 105	13,3	42 747	14 464	12,3	35 915	139,0	119,1
Ukupna raspoloživa električna energija		152 552	100,0	433 479	117 791	100,0	348 649	129,5	124,2

INDEKS PROIZVODNJE ELEKTROENERGIJE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	FNRJ			Po narodnim republikama					
		Ukupno	hidro	termo	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja u kWh × 10^6	III. 1958	654	428	226	153	123	188	157	28,1	5,0
	I—III. 1958	1856	1116	740	441	346	542	432	79,6	14,1
Indeks na bazi	III, 1957	131	157	100	134	135	102	171	218	147
	I—III. 1957	130	154	105	132	125	104	169	236	138

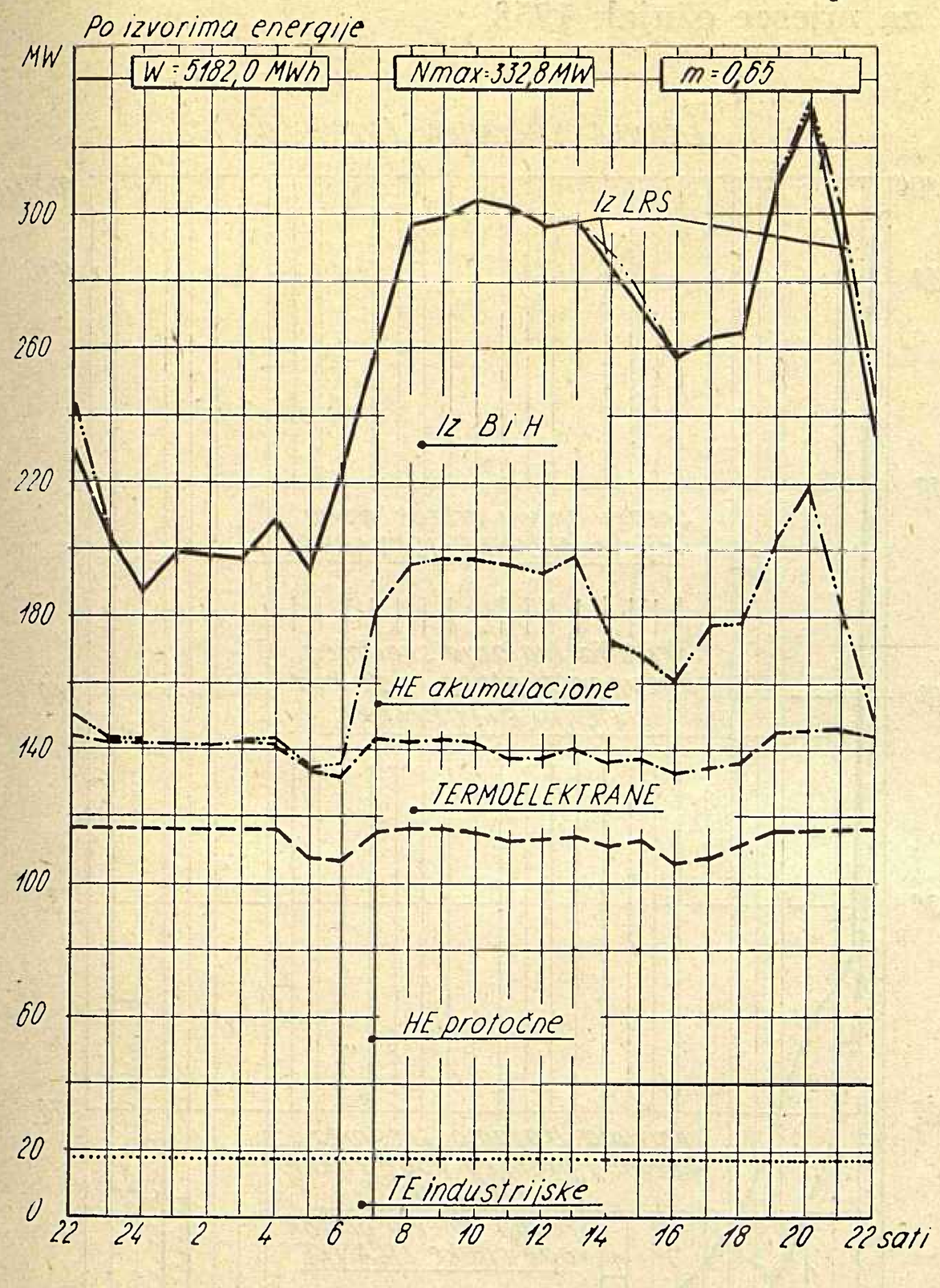
INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U FNRJ

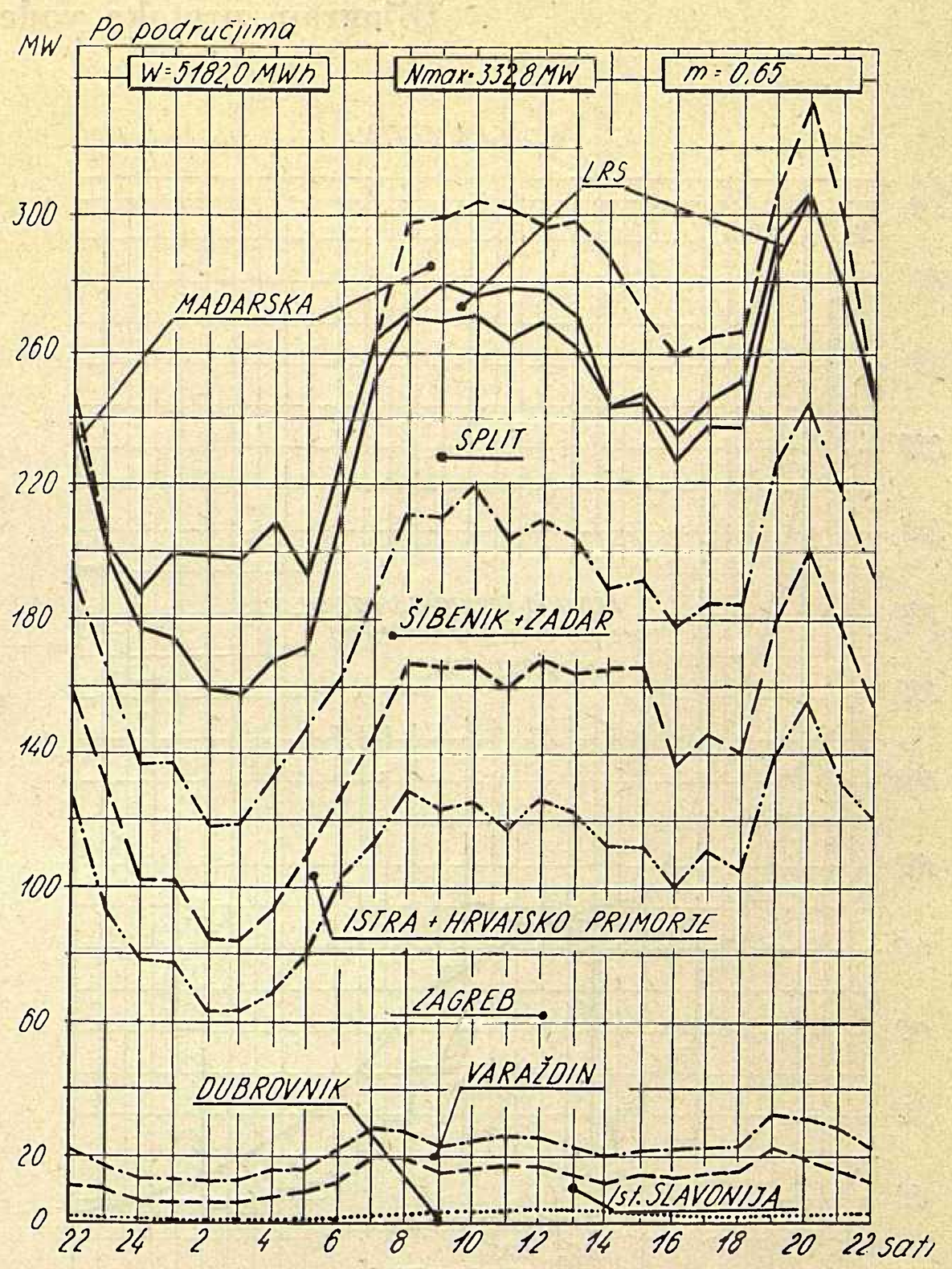
Izvještajno razdoblje		Po narodnim republikama							Po namjeni		
		FNRJ	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	sredstava rada	materijal za reprodukciju	Potrošna roba
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
III.	1958.	107	104	103	108	113	129	97	107	108	106
	1957.	94	90	93	100	100	84	83	90	97	90
I—III.	1958.	101	100	97	101	106	116	97	98	102	101
	1957.	88	83	87	93	92	79	75	82	90	85

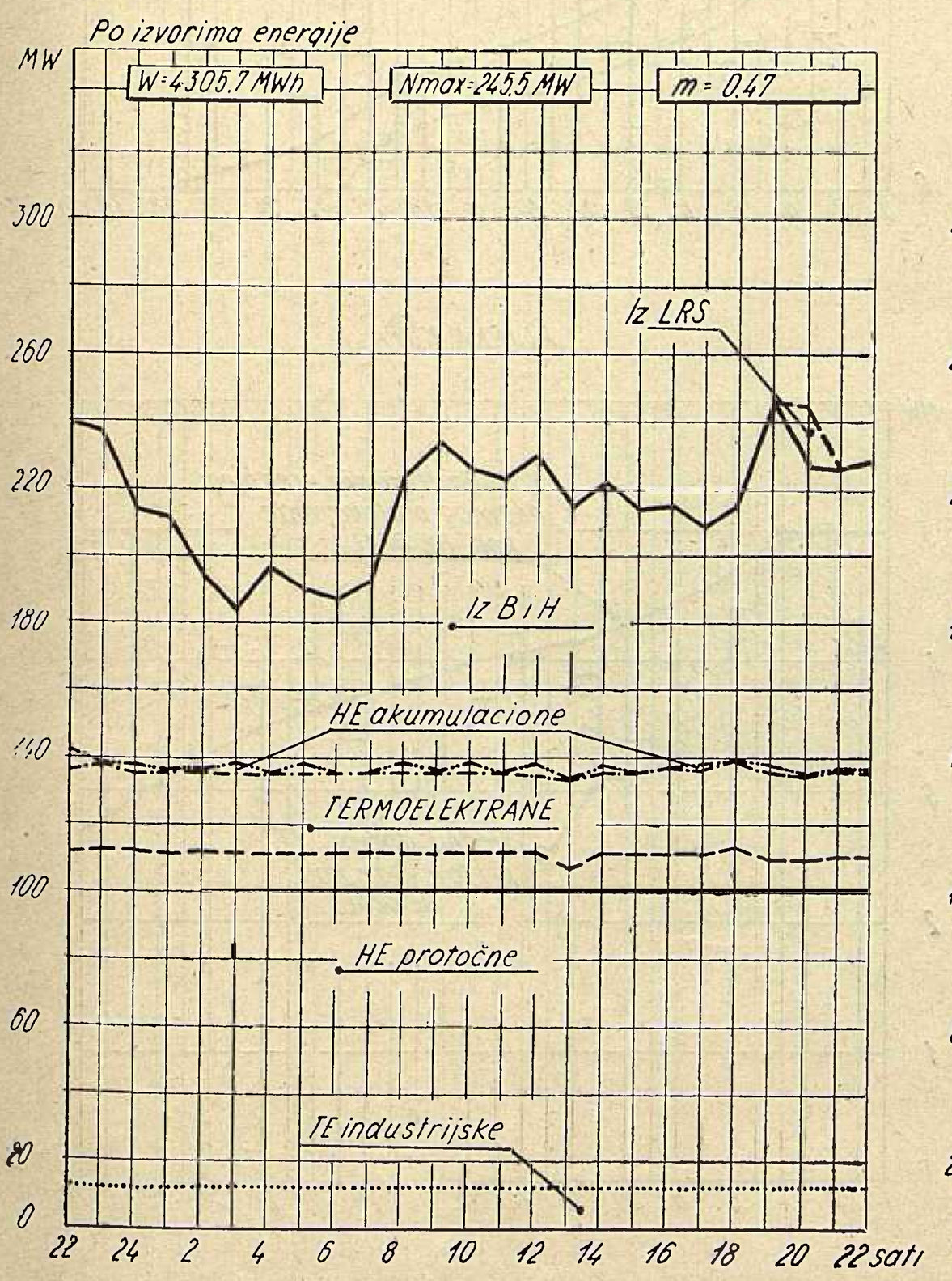
NAPOMENA: Za sastav tabele indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 5/1958).

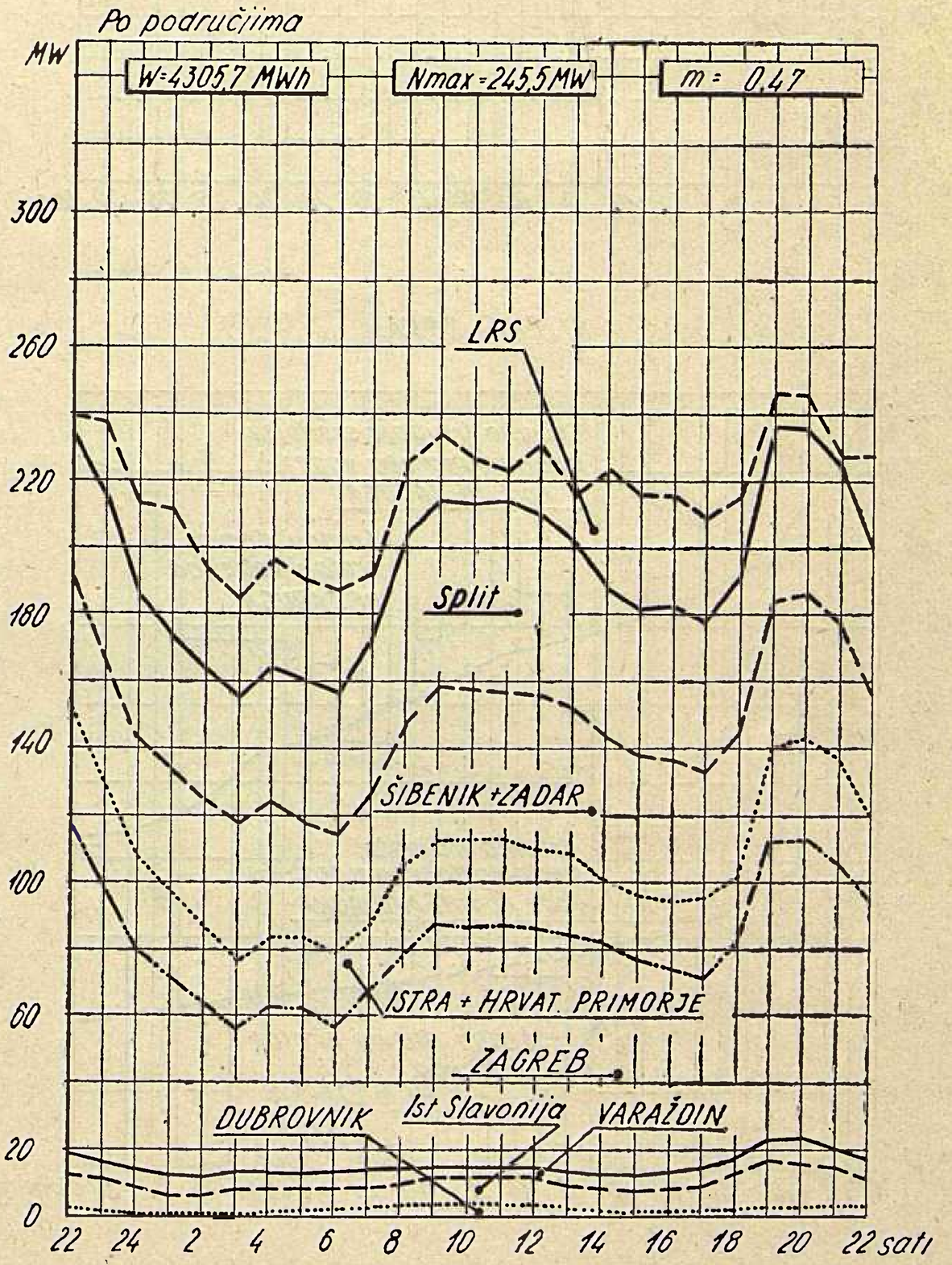
Tokovi dnevnog opterećenja 19. i 23. 3. 1958.

Srijeda 19. 3. 1958.



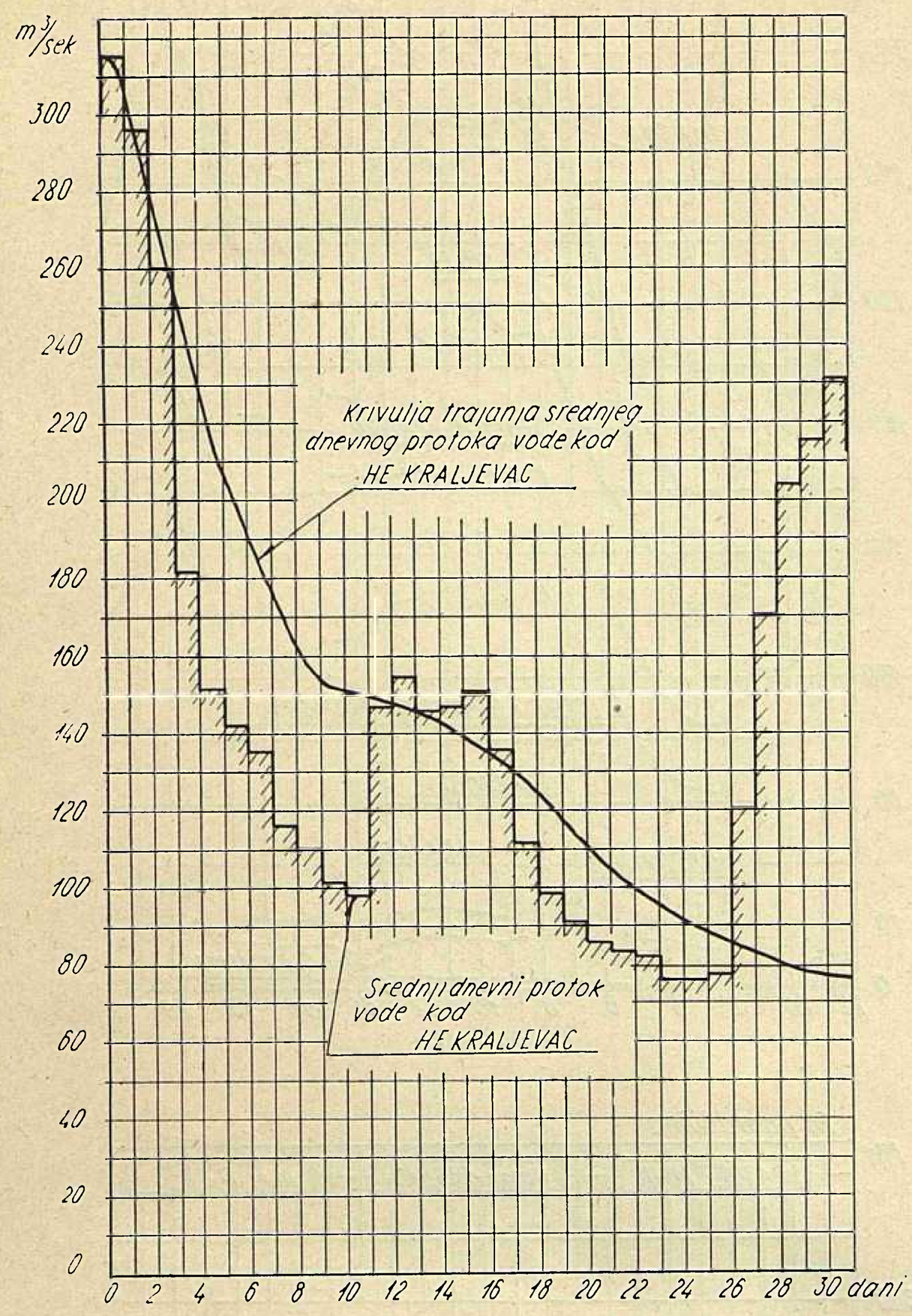


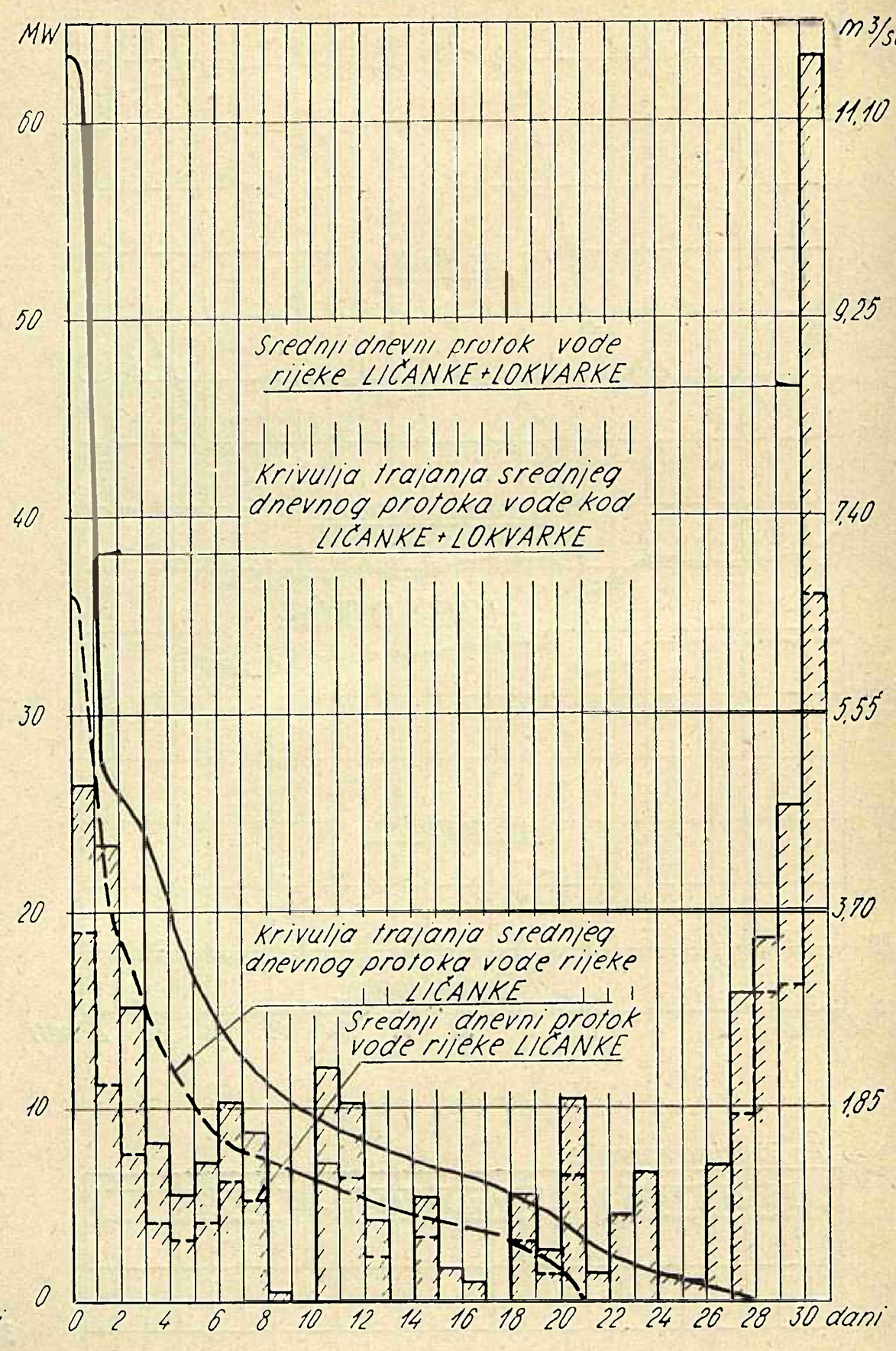


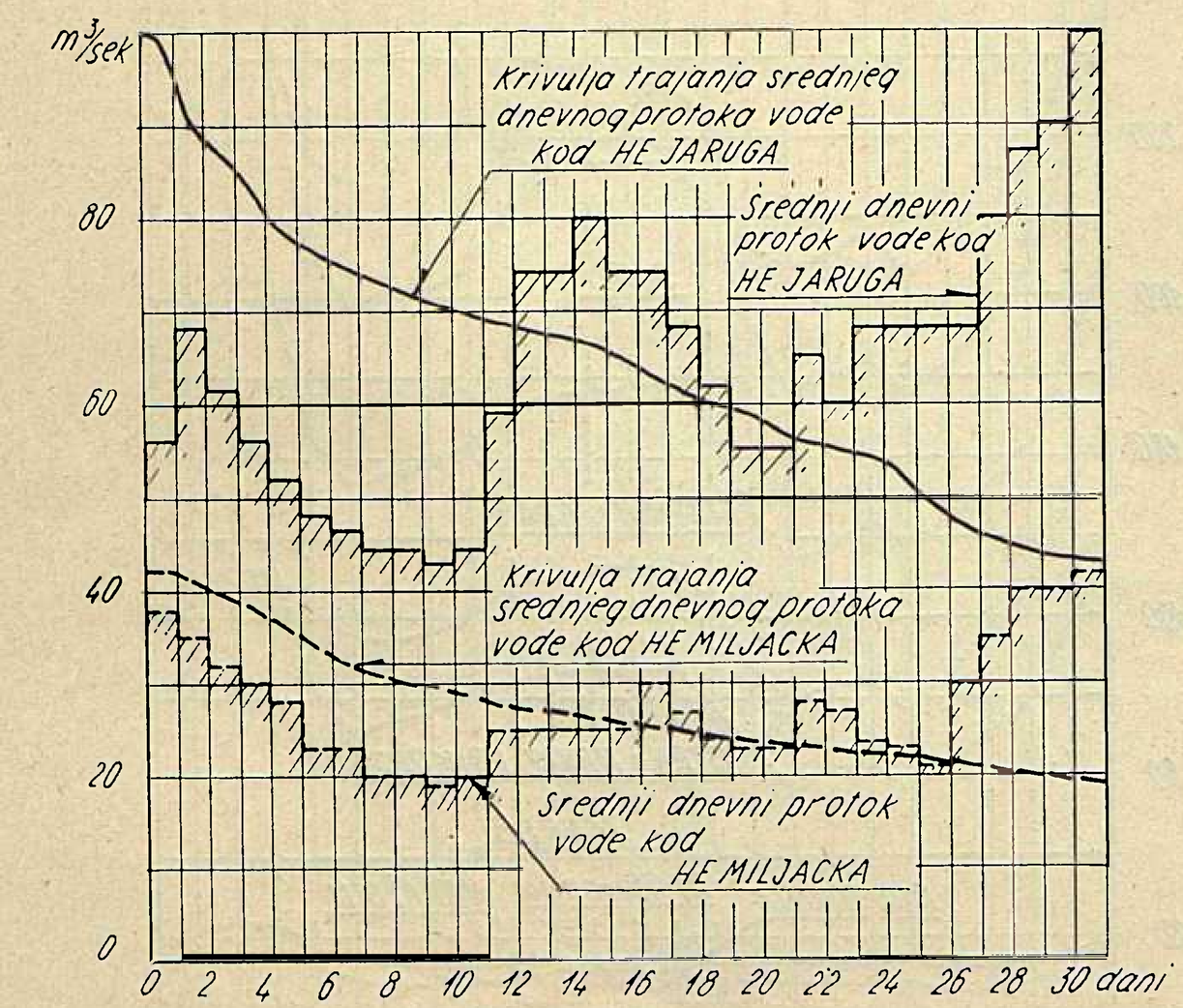


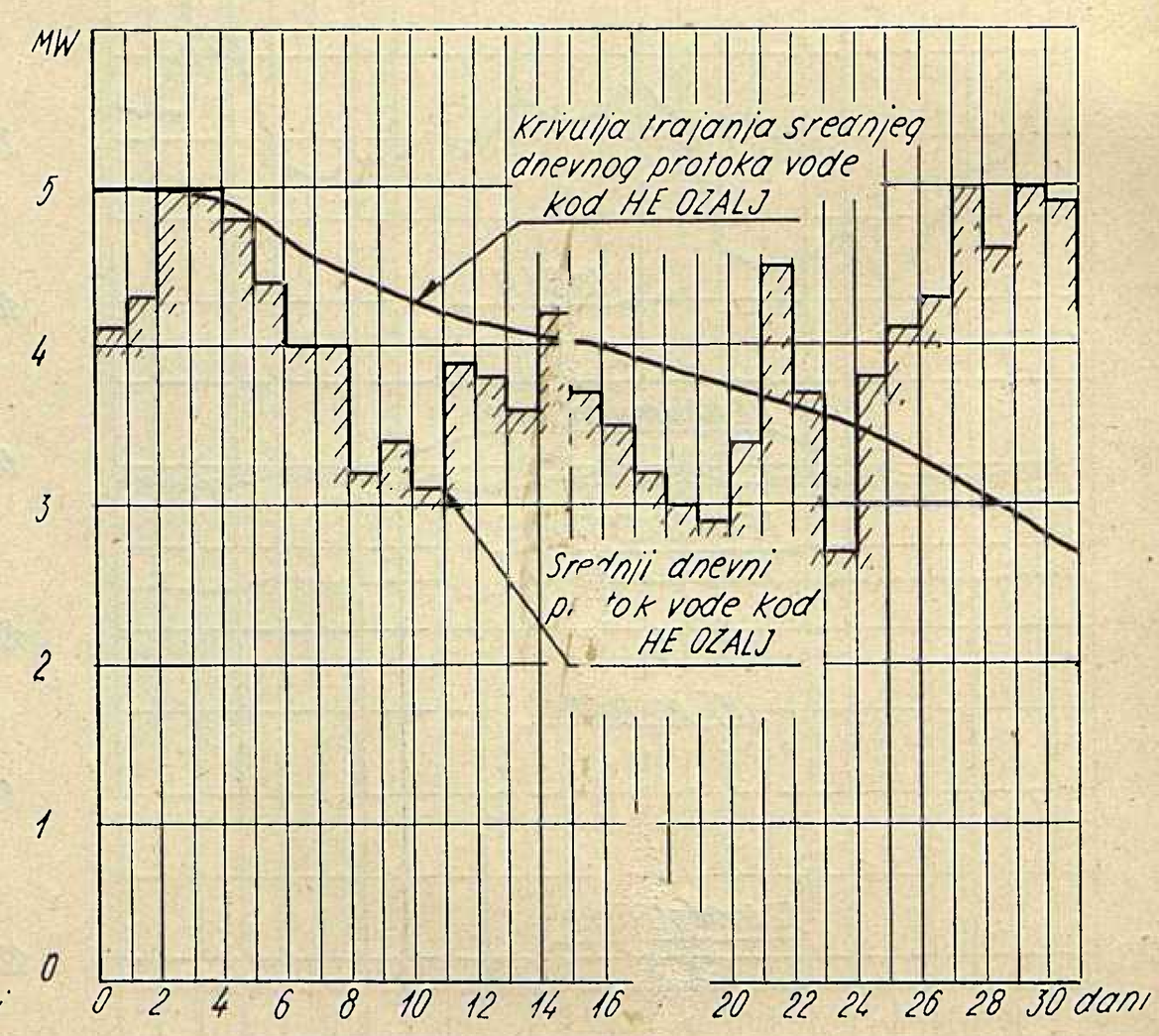
Nedjelja 23. 3. 1958.

Dijagram protoka vode za mjesec ožujak 1958









ENERGIJA

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

GODINA 1958 BROJ 7-8

Godište 7

Uredništvo i uprava

Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37

Poštanski pretinac 451

Telefoni: 32-451 do 32-454

Urednički odbor

Glavni i odgovorni urednik: **Ing. Božidar Filipović.** Urednici rubrika: **Ing. Borivoj Baranović** (Studije i istraživanja), **Ing. Alojzije Ščap** (Tehnička i pogonska problematika), **Ing. Radoslav Planić** (Izgradnja elektroenergetskih postrojenja), **Anđelko Marušić** i **Danijel Feöcze** (Ekonomsko-financijska problematika), **Ing. Ivan Lučev** (Tarifna pitanja), **Ivan Medvedec** (Opća problematika), **Držislav Šutej** (Vijesti iz poduzeća), **Prof. Ing. Vladimir Žepić** (Iz strane literature), **Krešimir Lang** (Statistika), **Ing. Marijan Brezinšćak** (Tehnički urednik).

Komercijalno i financijsko rukovodstvo: **Ernest Radetić**

Godišnja pretplata

za tuzemstvo: za pojedince Din 720.-, za poduzeća i ustanove Din 2500.-, za inozemstvo: $ 6.-

Pojedini broj: Din 120.-, dvobroj Din 200.-

Tekući račun

Komunalna banka - Zagreb, br. 400-702-2-338

Tisak: Grafički zavod Hrvatske, Zagreb

SADRŽAJ

STUDIJE I ISTRAŽIVANJA

Ekonomična primjena naših distributivnih transformatora, Ing. Mirolav Balling, Institut za elektroprivredu, Zagreb 206

Cijena električne energije u Jugoslaviji, Ing. Marijan Leskovar, Institut za elektroprivredu, Zagreb 211

TEHNIČKA I POGONSKA PROBLEMATIKA

Faktor snage zagrebačke industrije i njegova kompenzacija, Ing. Petar Kuzele, Elektra, Zagreb 222

Tokovi snaga i naponske prilike u 110 kV mreži Hrvatske, Ing. Miroslav Jung, Institut za elektroprivredu, Zagreb 226

Proračun pregradnih pregrijača pare, Prof. dr. ing. M. Ledinegg, Technische Hochschule, Wien 228

IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKIH POSTROJENJA

Hidroelektrana Senj, Osnovna koncepcija rješenja elektrostrojarskog dijela elektrane, Ing. Krunoslav Begović, Elektroprojekt, Zagreb 197

Transformatorska stanica 110/50 kV Vlaška (Raša), Dušan Kirinčić, Elektrana Rijeka 231

RAZNO

Premiranje ložača parnih kotlova, Ing. Jakob Lucati . 234

Razvoj široke potrošnje električne energije u NR Hrvatskoj, D. Kostanjšek 238

Proizvodnja nafte i zemnog plina u Jugoslaviji, I. R. . . 241

II. Savjetovanje jugoslavenskog društva za hidraulička istraživanja, JUREMA 1958 242

VIJESTI IZ PODUZEĆA, ZAJEDNICE I INSTITUTA

II. i III. redovno zasjedanje upravnog odbora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Mirko Jovanović 243

Savjetovanje direktora elektroprivrednih škola i đačkih domova, Mirko Jovanović 244

Prve riječke električne centrale (Prilikom 50. godišnjice TE Rijeka) 245

In memoriam: Ing. Milun Neven 246

IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

Elektrifikacija Iberskog poluotoka, D. Feocze 247

Pojačana proizvodnja nafte u podunavskim zemljama, Dr. M. Vitez 248

STATISTIKA

Statistika za mjesec travanj i svibanj 1958 249

SLIJEDEĆI BROJ *ENERGIJE*, POSVEĆEN DOVRŠENJU TERMOELEKTRANE KONJŠĆINA, IZMEĐU OSTALOGA OBJAVLJUJE SLIJEDEĆE ČLANKE:

Prof. Ing. Žepić
Historijski razvoj prvog projekta TE Konjšćina

Ing. Borivoj Baranović
Osnove izgrađene TE Konjšćina

Ing. Roman Kulik
Gorivo za TE Konjšćina i toplanu Zagreb

Ing. Milan Šodan
Energetska uloga TE Konjšćina

Ing. Radoslav Planić
Investicioni troškovi TE Konjšćina

Ing. arh. Ante Škare i
Ing. arh. Marko Čalogović
Građevinsko-arhitektonska koncepcija postrojenja TE Konjšćina

Ing. Ljudevit Matjan
Električki dio TE Konjšćina

HIDROELEKTRANA SENJ

Osnovna koncepcija rješenja elektrostrojarskog dijela elektrane

Ing. Krunoslav **Begović**, Elektroprojekt, Zagreb

621.311.21.005:621.22 (497.1)

U članku je prikazana osnovna koncepcija rješenja elektrostrojarskog dijela hidroelektrane Senj, način izbora osnovnih parametara hidromehaničke, strojarske i električne opreme. Elektrana Senj koristit će vode rijeka Like i Gacke na stepenici prema Jadranskom moru. Elektrana će biti visokotlačno derivaciono postrojenje, sa daljinskom akumulacijom za sezonsko izravnanje. Elektrana će biti opremljena sa 3 agregata sa Francis turbinama na vertikalnoj osovini. Sinhroni generatori razvijat će snagu od 80 MVA i spojit će se sa trofaznim transformatorima iste snage koji će proizvedenu energiju transformirati na napon prijenosa od 220 kV.

1. Uvod

Osnovna koncepcija iskorištenja voda Like i Gacke predviđa njihovo korištenje prema moru, obzirom na relativno malu udaljenost Like i Gacke od mora i raspoloživu visinsku razliku od 431 m. Udaljenost Like od mora iznosi 22 km kod Kruščice, a rijeke Gacke oko 14 km. Njihov međusobni položaj je takav da je povoljno međusobno spajanje obih voda.

Na rijeci Lici se predviđa izgradnja akumulacije kod Kruščice. Dalje će se izravnate vode odvesti koritom Like do zahvata na Lipovom polju kod Selišta (sl. 1). Odavde će se vode Like odvesti gravitacijski tunelom dugim 10,65 km do Šumečice u Gornjoj Švici, gdje će se spojiti sa vodom rijeke Gacke. Od Gornje Švice će se vode Like i Gacke zajedno odvoditi dalje najprije kanalom dugim 1,3 km, zatim gravitacionim tunelom dužine 9,64 km te opet kanalom dužine 1,52 km do Gusić polja. Ovo polje će se iskoristiti kao kompenzacioni bazen. Od njega dalje predviđen je tlačni tunel dužine 13,42 km do vodne komore, od koje počinje tlačni cjevovod dug 685 m. Ovaj završava u strojarnici smještenoj podzemno u zaljevu Velika Grabova kod mjesta Sv. Juraj nedaleko Senja. U kasnijoj fazi izgradnje predviđa se povećanje akumulacije izgradnjom pregrade u dolini potoka Bakovac.

Glavni građevinski objekti hidroelektrane Senj su slijedeći:

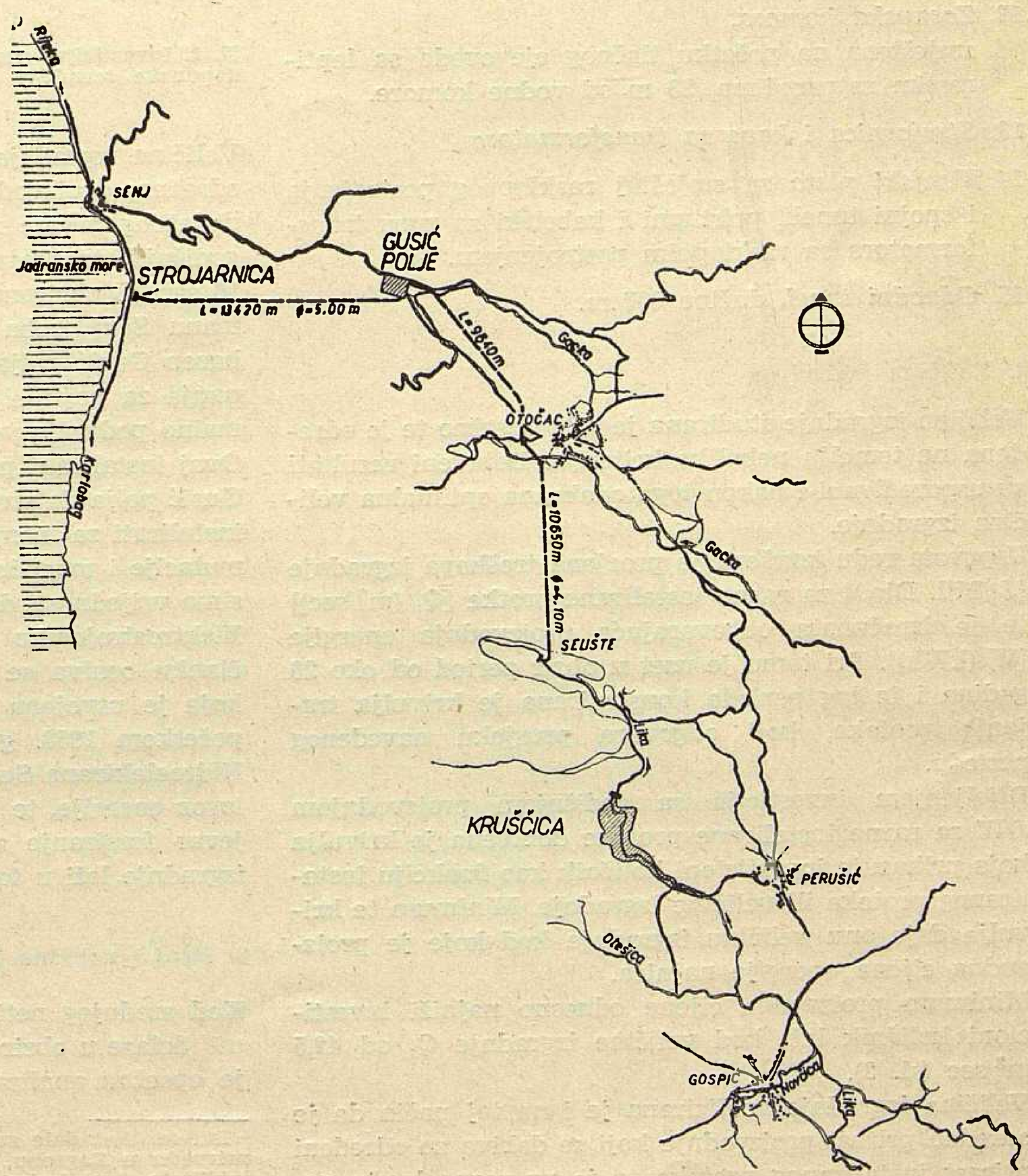
1. *Pregrada i akumulacioni bazen Kruščica.* Ova pregrada koja će se izvesti kao lučna betonska brana visine 70 m, dužine u kruni244 m, ostvarit će akumulaciju od 102 hm³. Kota maksimalnog uspona bit će 554,0 m. Dobiveni pad će se kasnije iskoristiti u pribranskoj hidroelektrani Sklope.

2. *Betonska brana u koritu Like kod Selišta.*
   Ova brana treba omogućiti skretanje vode Like u Gacku. To će biti preljevna brana sa tri polja širine 24 m, bez zapornica. Opremit će se sa jednim zatvaračem na temeljnom ispustu.

3. *Ulazni uređaj Lipovo polje,* predstavlja početak spojnog tunela između Like i Gacke. Dimenzioniran je za 55 m³/sec.

4. *Spojni tunel između Like i Gacke,* dužine 10,65 km sa padom 2,7‰, kružnog oblika promjera 4,1 m za protok 50 m³/sec. Kapacitet tunela treba omogućiti rad postrojenja uz punu snagu za vrijeme malih voda Gacke, kad ove padnu na 4,5—5,5 m³/sec.

5. *Zatvaračnica na izlazu spojnog tunela Lika-Gacka,* kojom će se provesti reguliranje potoka iz Like u Gacku.



Sl. 1. Opća situacija postrojenja hidroelektrane Senj.

6. *Brana na Gackoj kod Šumečice,*
koja će služiti za stvaranje uspora na Gackoj i tečenje voda Like i Gacke u smjeru Gusić polja.

7. *Kanal i dovodni tunel između Gacke i Gusić polja*
Kanal počinje trapeznim oblikom i prelazi u tunel kvadratnog oblika širine 4,3 m, gdje će se smjestiti zapornice za zatvaranje u slučaju revizije. Iza zapornice tunel prelazi u potkovasti oblik sa visinom 4,8 m. Dužina tunela iznosi 9, 64 km a dimenzioniran je za instaliranu protoku. Od izlaza ovog tunela do bazena Gusić polja slijedi kanal dug 1,52 km, također trapeznog oblika.

8. *Kompenzacioni bazen Gusić polje,*
koji će služiti za dnevna izravnanja. Realizirat će se nasutom branom koja će se opremiti preljevom širine 6 m i visine 1,5 m.

9. *Ulazni uređaj na Gusić polju,*
smješten na zapadnom dijelu polja sa pragom na koti 428 m odakle počinje dovodni tunel. Ulazni uređaj će se opremiti tablastim zatvaračem.

10. *Dovodni tunel,*
dužina 13,42 km, promjera 5,0 m sa padom 1,5‰, sa betonskom oblogom.

11. *Vodna komora,*
predviđena je raščlanjenog tipa i smještena na kraju dovodnog tunela.

12. *Zasunska komora,*
smještena na početku tlačnog cjevovoda sa leptirastim zatvaračima, 23 m od vodne komore.

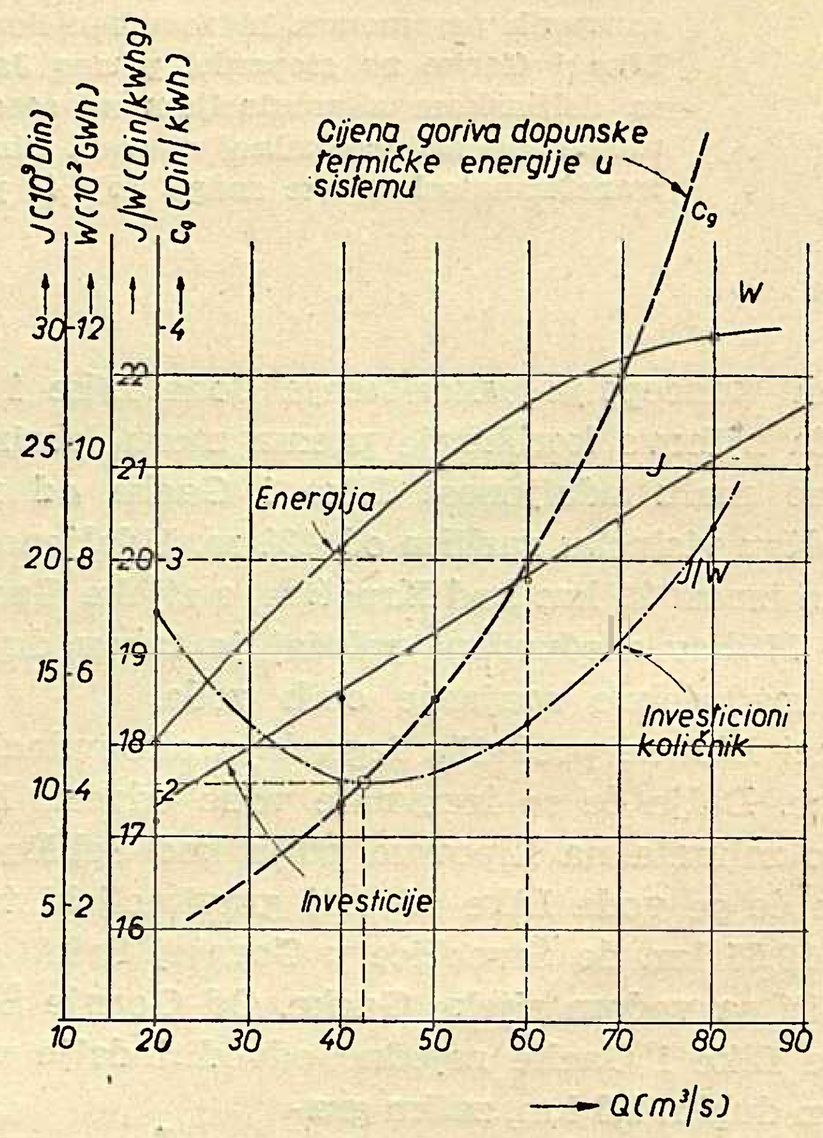
13. *Strojarnica i kaverna transformatora*

14. *Vanjski plato* za smještaj rasklopnog postrojenja i spojni tuneli, pristupni i kabelski za vezu transformatora sa rasklopnim postrojenjem.

15. *Odvodni tunel,* dužine 807 m.

2. Veličina izgradnje

Veličina izgradnje studirana je vrlo opsežno te je određena na temelju nekoliko kriterija. Dobiveni rezultati su uspoređivani i nakon toga odabrana optimalna veličina izgradnje.
U prvom redu izvršena je procjena troškova izgradnje [*J* (Mil. Din.)] za razne instalirane protke [Q_i (m³/sec)] te je izračunata odgovarajuća proizvodnja energije [*W* (kWh)]. Pri tomu je uzet u obzir period od oko 20 godina i iz tog perioda konstruirana je krivulja trajanja protoka, koji odgovara prosjeku navedenog perioda.
Dijeljenjem investicija sa godišnjom proizvodnjom *J/W* za razne instalirane protoke dobivena je krivulja koja prikazuje investicioni količnik kao funkciju instaliranog protoka ili veličine izgradnje. Minimum te krivulje daje onu veličinu izgradnje kod koje je proizvodna cijena energije najniža.
Minimum proizvodne cijene odnosno najniži investicioni količnik leži kod veličine izgradnje Q_i od 42,5 m³/sec (sl. 2).
Veličina izgradnje analizirana je i na taj način da je određen prirast proizvodnje koji se dobiva za određeni prirast instaliranog protoka te je uz razne kvote godišnjih troškova određena i cijena prirastom proizvodnje energije dobivenog kWh-a. Ova cijena je uspoređivana sa vrijednosti energije u sistemu. U tome slučaju dobivamo zonu optimuma od 58—65 m³/sec. Odatle proizlazi da je optimalna veličina izgradnje Q_i = 60,0 m³/sec za kvotu godišnjih troškova od 7—9% koliko po računu uz današnje propise izlazi.



Sl. 2. Investicije, energija, investicioni količnik i cijena goriva dopunske termičke energije kao funkcija veličine izgradnje.

Veličina izgradnje analizirana je i na taj način da je određena proizvodna cijena energije i godišnji troškovi dodatnog m³/sec za razne instalirane protoke i kvote godišnjih troškova uz različiti režim rada : 24 sata i 16 sati. S obzirom na vrlo dugu derivaciju, hidroelektranu Senj treba tretirati kao temeljnu elektranu a bazen Gusić polja se može koristiti za dnevna izravnanja za najviše 16 satni rad. I u ovom slučaju otimalno područje veličine izgradnje leži oko 60 m³/sec.* Ovaj instalirani protok odnosi se na dio derivacije od Gusić polja do strojarnice. Ostali dovodni organi će se instalirati za manji protok u skladu sa veličinom akumulacije i mogućnostima dnevnog izravnanja te odnosima vrijednosti dnevne i noćne energije.
Elektrostrojarsko rješenje koje se obrađuje u ovom članku osniva se na veličini izgradnje od 60 m³/sec koja je usvojena i na reviziji investiciong programa početkom 1958. god., u Beogradu.
Hidroelektrana Senj promatrana je i kao elektrana za izvoz eneroije, te bi u tome slučaju režim rada zahtijevao forsiranje zimske energije. Optimalna veličina izgradnje leži u tome slučaju kod Q_i = 70 m³/sec.

3. Broj i veličina agregata

Kod srednjeg netto pada od 413 m i potroška od 60 m³/ dolaze u obzir Francis i Pelton turbine. Provedena je opsežna analiza oba rješenja i dobiven rezultat iz

* Isti rezultat dale su i analize vršene u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu, na pr. po kriteriju graničnog neto rentabiliteta, kod kojeg se razlikuje po vrijednosti osam kategorija proizvedene energije: dnevna, noćna, zimska, ljetna i t. d. (Opaska uredništva).

koga slijedi da je ekonomičnije upotrebiti Francis turbine jer se time ušteđuje oko 380,000.000.— Din. (Vidi članak *Izbor turbina za hidroelektranu Senj*, časopis *Elektroprivreda*, god. 9 (1956.), br. 1).

Odabrane su stoga Francis urbine sa vertikalnom osovinom. Kod rješenja sa Q_i = 60 m³/sec dolaze u obzir tri ili četiri agregata. Manje od tri agregata nije moguće realizirati jer bi oni bili tehnički neizvedivi kod rada i snage o kojoj se radi.

Rješenje sa četiri agregata je skuplje kako to analiza pokazuje, jer je ukupna težina opreme a prema tomu i cijena viša, čemu treba dodati i povećanje građevinskih troškova.

Investicije su veće za 251,300.000.— Din. od investicija za rješenje sa 3 agregata. Sa interkalarnim kamatima ovi dodatni troškovi iznose 269,000.000.— Din., što godišnje daje 19,000.000.— Din. uz kvotu godišnjih troškova od 7,2%, koliko po računu uz današnje propise izlazi.

Dobitak na energiji upotrebom četiri agregata od 2,13 GWh uz prosječnu cijenu od 3 Din/kWh iznosi godišnje 6,390.000.— Din. Odatle slijedi da je korist od povećane proizvodnje sa četiri agregata znatno manja od dodatnih godišnjih troškova radi većih investicija, pa je opravdano odabrati 3 agregata.

Ostaje još da se osvijetli pitanje izvedivosti strojeva i mogućnosti domaće industrije, te prilike transporta, elastičnosti pogona i rezerve.

Iako ovakvi agregati prelaze granice do sada izvedenih agregata, ne će biti nikakvih posebnih teškoća za njihovu izgradnju kako to slijedi iz niza dobivenih ponuda od vanjskih i domaćih dobavljača. Domaća industrija je u stanju izvesti ovakove agregate te su već izrađeni osnovni projekti turbina i generatora kod tvornica »Litostroj« i »R. Končar«. Tako su na pr. turbine HE Senj za 7% veće od onih za HE Bistricu koje su u gradnji, te su im sličnije nego one koje bi došle kod primjene 4 agregata.

U pogledu transporta nema praktički razlike između rješenja sa 3 i 4 agregata jer se najveća transportna težina dade ograničiti a prilike morskog i cestovnog transporta za HE Senj su odlične. U pogledu elastičnosti pogona i rezerve prilike su kod velikog energetskog sistema u kome će raditi HE Senj takve da je bez nekog značaja nešto bolja rezerva i elastičnost kod 4 agregata.

Na temelju iznesenog može se zaključiti da je rješenje sa 3 agregata ekonomski najpovoljnije, tehnički izvedivo te mu nema prigovora.

4. Padovi i snaga elektrane

Maksimalna usporna kota u bazenu Gusić polja iznosi 436,5 m, srednja 435,5 m a najniža 432,0 m. Donja voda varira te je maksimalna kota donje vode 3,87 m, srednja 3,0 m a minimalna 1,92 m. Postoji mogućnost spuštanja odvodnog tunela za još 1—2 m ali nije vjerojatno da bi se dalo realizirati obzirom na neposrednu blizinu mora i komunikacije podzemnih voda odn. obzirom na velike teškoće izvedbe tunela.

Prema tome dobivamo ove brutto padove:

$$H_{br\ max} = 434{,}58 \text{ m},$$
$$H_{br\ sr} = 431{,}50 \text{ m},$$
$$H_{br\ min} = 428{,}13 \text{ m}.$$

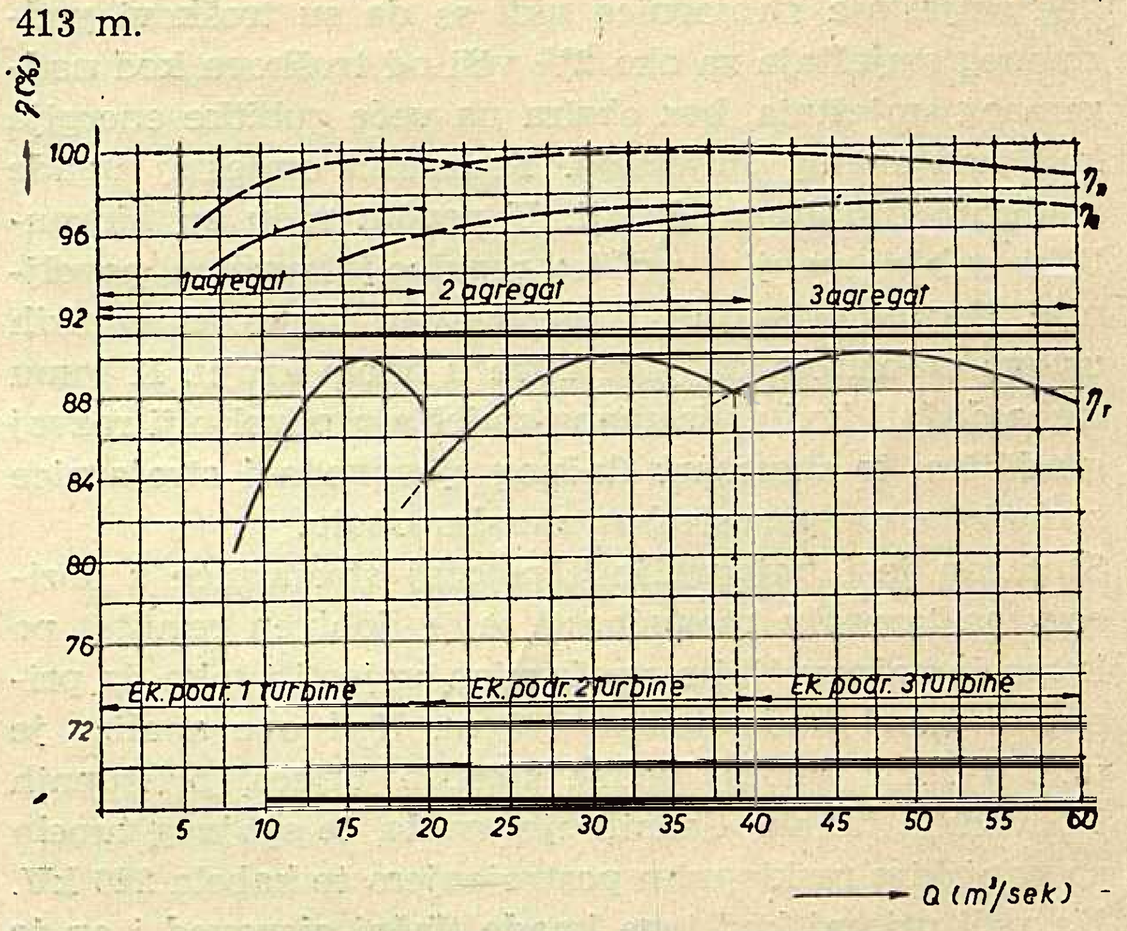
Karakteristični netto padovi iznose:

$$H_{n\ max} = 431{,}23 \text{ m},$$
$$H_{n\ sr} = 419{,}16 \text{ m},$$
$$H_{n\ min} = 405{,}18 \text{ m}.$$

kod Q = 20, 40 i 60 m³/sec. Srednji netto pad kod 60 m³/sec iznosi 409,55 m. Mjerodavni protok uz režim rada sa forsiranjem dnevne energije, odnosno uz najvjerojatniji režim rada iznosi oko 54,0 m³/sec, pa je srednji netto pad:

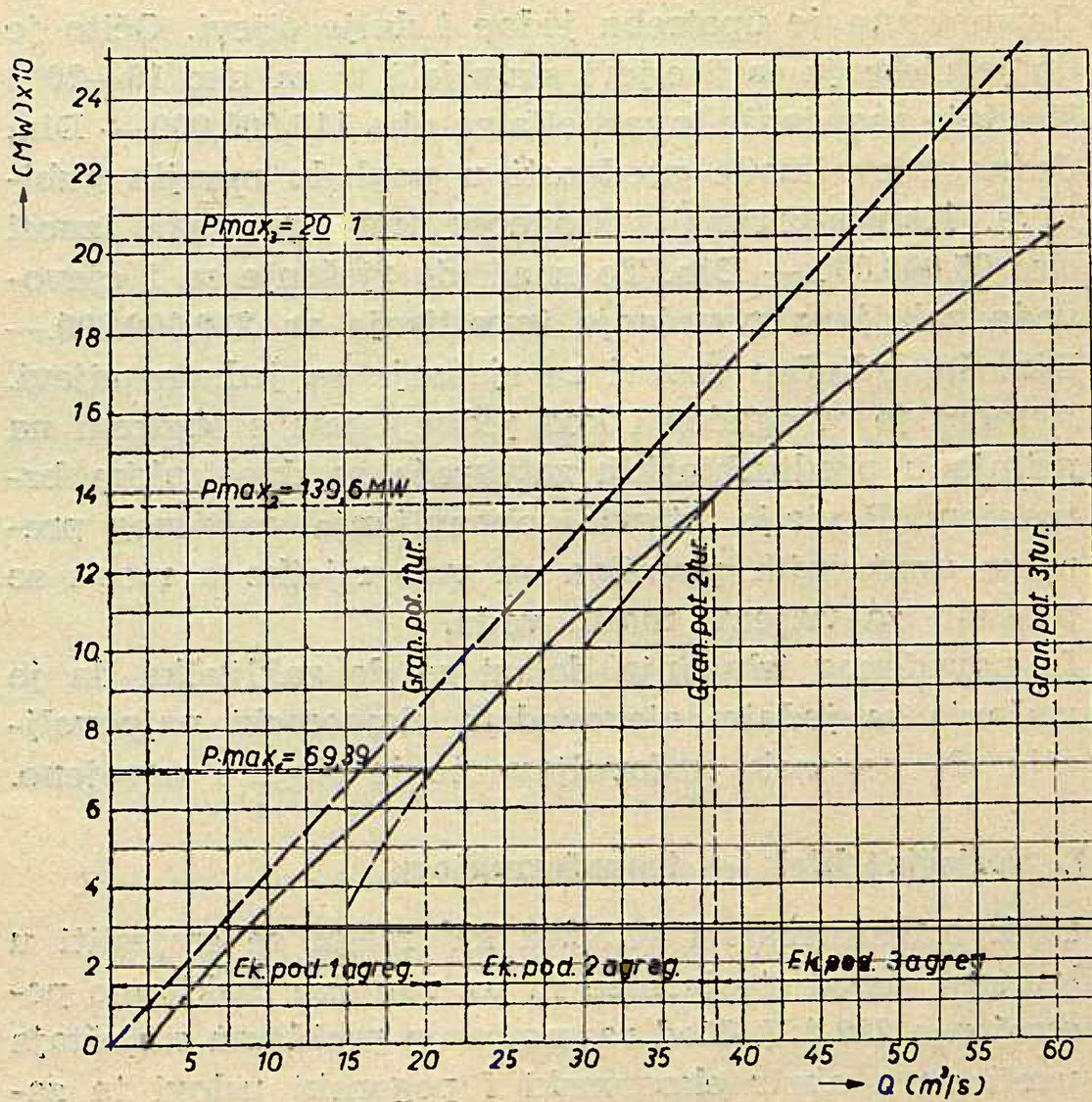
$$H_{n\ sr} = 412{,}9 \text{ m}.$$

Za konstruktivni pad turbine odabran je pad H_k = 413 m.



Sl. 3. Krivulje stupnjeva djelovanja.

Pomoću dijagrama ukupnog stupnja djelovanja elektrane koji je dobiven uzevši u obzir stupnjeve djelovanja tlačnog cjevovoda, turbina, generatora i transformatora, izvedena je Q—P karakteristika elektrane, t. j. dijagram u kome je korisna snaga elektrane na sabirnicama 220 kV prikazana kao funkcija potroška vode turbina. Q—P karakteristika prikazana je u sl. 4, a krivulje stupnjeva djelovanja u sl. 3.



Sl. 4. Q—P karakteristika elektrane.

Q—P diagram prikazuje snagu za srednji brutto pad od 431,50 m. Kao što se iz dijagrama razabire, najveća snaga na sabirnicama 220 kV kod srednjeg pada iznosi 203 MW.
Srednji ehvivalent protoka iznosi za srednji netto pad 3990 kW/m³/sec.
Najveća snaga na stezaljkama generatora iznosi kod punog potroška elektrane i srednjeg netto pada 203,0 MW.

5. Najpovoljniji smještaj strojarnice

Uspoređenjem troškova izgradnje nadzemnog i podzemnog smještaja strojarnice vidi se da su troškovi podzemnog smještaja za oko 2% viši od troškova kod nadzemnog smještaja, bez obzira na veće gubitke energije kod nadzemnog smještaja. Podzemni smještaj imade međutim drugih prednosti. U prvom redu su hidraulički gubici manji i prilike regulacije turbina povoljnije. Podzemni smještaj je povoljan i radi klimatskih uslova s obzirom na jake bure u onom kraju. K tomu treba dodati kod podzemnog smještaja povoljniji razvoj gradilišta, te sigurnost tlačnog cjevovoda i strojarnice s obzirom na neposrednu morsku obalu.
Studiran je i najpovoljniji položaj strojarnice s obzirom na terenske mogućnosti te je dobiven rezultat po kome je najpovoljnije strojarnicu smjestiti tako da pristupni tunel bude dužine 765 m. Kod ove analize je uzet u obzir položaj vodne komore, utjecaj pristupnih i odvodnih tunela, tlačnih cjevovoda, te spojnog tunela sa vanjskim rasklopnim postrojenjem te kabela 220 kV. Najveći utjecaj kod toga imade tlačni cjevovod i on je diktirao tako duboki smještaj strojarnice.

6. Tlačni cjevovod

Trasa i dužina tlačnog cjevovoda određena je na temelju ekonomsko-energetske analize uzimajući u obzir položaj strojarnice, odvodni tunel te pristupni tunel i kabelski rov sa pripadnim kabelima. Prema ovoj analizi ekonomski je najpovoljnija strma kosa trasa duboko u brdu.
Razmatrana je upotreba jedne i dvije cijevi. Očito je da je rješenje sa 2 cijevi skuplje i to za oko 18—20% što daje povećanje investicija za oko 115,000.000.— Din. Jedna cijev imade prednosti u pogledu manjih gubitaka. Kapitalizirana vrijednost ovih gubitaka iznosi oko 95,000.000.— Din. To znači da rješenje sa 2 cjevovoda zahtijeva povećanje investicaja za 210,000.000.— Din. što odlučno govori za rješenje sa jednom cijevi. Remont je omogućen i kod jedne cijevi s obzirom na primjenu predturbinskih zatvarača sa dvostrukim brtvenjem. Revizija cijevi i obnavljanje zaštitnog premaza unutarnjih površina su vrlo rijetke a mogu se provesti za vrijeme malih voda.
Iz navedenog izlaganja dolazi se do zaključka da je rješenje sa jednim cjevovodom ekonomski najpovoljnije, da pogonski zadovoljava te je stoga i usvojeno.

7. Smještaj blok — transformatora

Blok transformatori 17,5/242 kV mogu se smjestiti u kaverni pored strojarnice ili uz vanjsko rasklopno postrojenje 220 kV. Kod razmatranja problema smještaja uzeti su u obzir ekonomski i pogonski uslovi te zahtjevi u pogledu zaštite objekata.
Smještaj transformatora podzemno zahtijeva dodatne građevinske troškove od 110,000.000.— Din, dok vanjski smještaj zahtijeva dodatne troškove za izradu niša, montažnog tornja sa dizalicom te za produženje postrojenja 17,5 kV. Ovi troškovi iznose oko 147,000.000.— Din. Vanjskim smještajem se nadalje povećavaju gubici energije u vodovima generatori-transformatori; povećavaju se reaktance ove veze i smanjuje sigurnost od oštećenja u slučaju napada sa mora. Povećanje gubitaka iznosi oko 1,92 kWh godišnje što uz cijenu od 3 Din/kWh daje 5,800.000.— Din. godišnje. Ako ovome dodamo godišnje troškove uvjetovane povećanjem investicije vanjskog smještaja od 2,000.000.— uz kvotu godišnjih troškova od 8%, to izlazi da vanjski smještaj zahtjeva povećanje godišnjih troškova za 8,700.000.— Din.
Kako je i pogonski povoljnije da je cijelo postrojenje koncentrirano u kaverni, to je odabrano rješenje sa podzemnim smještajem, jer je i ekonomičnije.

8. Glavne turbine

Elektrana će imati tri jednaka agregata. Najveći potrošak od 60 m³/sec podijelit će se na tri jednake turbine. One dakle trebaju biti konstruirane za potrošak od 20,0 m³/sec kod srednjeg netto pada od 413 m koji se po hidrauličkom računu dobiva kod srednjih prilika. Kod ovog pada i potroška odabrane su Francis turbine. Granica brzohodnosti za navedni pad leži prema klasičnoj literaturi kod $n_s \doteq 85$. U novije vrijeme su međutim izgrađene turbine za $n_s > 100$ kod pada iznad 400 m (na pr. *San Leonardo* (CH). $H = 417$ m, $n = 1000$ 0/min, $n_s = 104{,}8$ god. 1954). Odabran je stoga $n_s \doteq 100$, pa se dobiva broj okretaja $n = 600$.
Današnja iskustva u gradnji visokotlačnih Francis turbina su takova da se ovo rješenje bez daljnjega može prihvatiti. Prednosti su velike uštede na strojarskoj i električnoj opremi radi osjetnog smanjenja težina cijelog agregata.
Kod srednjeg pada i nazivne protoke turbina će uz stupanj djelovanja 0,88 razvijati snagu $P_t = 97.000$ KS. Maksimalno povećanje pritiska u tlačnom cjevovodu u slučaju hidrauličkog udara, ne će iznositi više od 15% statičkog tlaka, zahvaljujući primjeni regulatora tlaka (porednih ispusta) koji su predviđeni s obzirom na odnose dužine tlačne cijevi i visine pada.
Pogonom turbina upravljat će automatski regulatori klasične konstrukcije akcelero-tahimetrijskog principa ukoliko zahtjevi mreže ostanu u granicama koje očekujemo. Ukoliko zahtjevi mreže budu veći u pogledu frekvence i napona, ugradit će se električni regulatori sa magnetskim pojačalima i elektronskim cijevima.
Upravljanje turbinama predviđeno je sa ploče strojeva u strojarnici. Uređaji za tlačno ulje predviđeni su sa pogonom dvostruke sigurnosti.
Izračunata težina jedne kompletne turbine, sa zatvračem, poredanim ispustom i uređajem turbinske regulacije iznosi 240,0 t.

9. Predturbinski zatvarači

S obzirom na to što je odabrano rješenje sa jednim tlačnim cjevovodom na koji su priključene sve tri turbine, pred turbinama će se ugraditi zatvarači. U izbor dolaze zvonasti zatvarači (konstrukcije *Charmilles)* ili

kuglasti zatvarači. Zvonasti su zatvarači lagani, sigurni u pogonu i omogućuju izmjenu brtvi kod punog tlačnog cjevovoda. Cijena im je povoljna. Mana im je gubitak tlaka od oko 2 m. Kuglasti zatvarači su nešto skuplji i teži ali zato hidraulički povoljniji. Konačna će se odluka donijeti kod narudžbe. Za sada se predviđa ugradnja zvonastih zatvarača. Promjer zatvarača predviđen je od 1,5 m ϕ, za tlak od 47 at.

10. Kućne turbine

Za vlastite potrebe elektrane predviđene su dvije horizontalne Pelton turbine sa jednim kolom i jednom sapnicom, snage 1100 KS za 243 l/sec. One će biti građene za 1000 0/min, a koeficijent brzohodnosti iznosit će n_s = 18. Turbine će se izvesti sa automatskom regulacijom.
S obzirom na veličinu elektrane i sigurnost pomoćnih pogona predviđene su dvije turbine od kojih je jedna stalno u pogonu a druga stoji u rezervi, kako je to u skladu sa evropskom praksom.

11. Električni generatori

Snaga generatora određena je tako da je kao mjerodavna snaga uzeta ona koju razvijaju potpuno otvorene turbine kod netto pada koji nastaje kod normalnih srednjih vodostaja i zajedničkog rada svih turbina. Kod tih prilika turbina razvija snagu od 97.000 KS. Faktor snage odabran je 0,9 s obzirom na veličinu, položaj i funkciju generatora u mreži, pa uz korisni stupanj djelovanja generatora od 98,0%, koliko po proračunu izlazi, za snagu generatora dobivamo:

$$P_g = 78.000 \text{ kVA}.$$

Odabran je generator prividne snage 80 MVA. Nominalni napon iznosit će vjerovatno 17,5 kV, s opsegom regulacije + 10 i — 5%. Definitivan napon generatora odabrat će konstrukter generatora. Nazivna struja 2650 A, frekvenca 50 Hz, a zamašni moment iznosi 435 tm². Brzina vrtnje 600 0/min, a brzina bijega 1100 0/min.
Regulacija napona predviđena je modernim amplidinskim regulatorima.
Generatori će se izvesti u varenoj konstrukciji sa gornjim vodećim ležajem koji će biti kombiniran sa nosećim ležajem te sa jednim donjim vodećim ležajem. Stator će biti dvodjelan, sastavljen iz čeličnih limova koji nose paket limova. Stator počiva na 12 posebnih ploča ubetoniranih u temlje. Rotor će se izvesti iz ploča velike čvrstoće, sa lameliranim polovima učvršćenim pomoću »češlja«.
Kočenje je predviđeno uljnim kočnicama, a hlađenje generatora vodom iz rashladnog sistema koji uzima vodu iz odvodnih kanala, odnosno iz dodatnog rezervoara. Potreba vode iznosi 195 m³/h po generatoru.
Težina kompletnog generatora iznosit će 300 t od čega rotor sa osovinom teži 135 t. Najveća transportna težina je 100 t.

12. Kućni generatori

Predviđena su dva jednaka kućna generatora gonjena Pelton turbinama horizontalne izvedbe sa vodnim hlađenjem. Trajna snaga bit će 1000 kVA, faktor snage 0,8, napon 400 V ± 5% a frekvenca 50 Hz, broj okretaja 1000 a brzina bijega 1800. Prirodni zamašni moment generatora je manji od potrebnog pa će se na spojnu osovinu ugraditi zamašnjak.
Upravljanje će se vršiti sa ploče vlastite potrošnje na kojoj će se postaviti svi potrebni aparati i instrumenti.

13. Transformatori bloka

Ovi transformatori bit će iste snage kao i generatori jer će se s njima spojiti u blok-spoj, kako bi se proizvedena energija transformirala na napon prijenosa 220 kV.
Prema današnjem stanju tehnike dolaze u obzir trofazni transformatori, jer su jeftiniji od jednofazne kombinacije a u pogledu transporta ne prave poteškoće. Rezerva je u tome slučaju nešto manja ali to se kompenzira time da sva tri agregata ne će biti cijelo vrijeme u pogonu pa je bez nekih gubitaka u akumuliranoj vodi moguće izvršiti popravak defektne trofazne jedinice.
Transformatori će se izvesti za trajnu snagu 80 MVA, za prenosni odnos 17,5/242 kV kod 50 per/sec u spoju Yd5. Izvodi donjeg napona bit će kroz provodne izolatore a gornjeg putem kabelskih zaglavaka koji će biti okrenuti prema gore radi povoljnijih veza. Zvjezdište će biti posebno izvedeno i izolirano za 100 kV. Transformatori će se izvesti sa smanjenom izolacijom. Hlađenje transformatora predviđeno je vodom iz rashladnog sistema.
Oprema transformatora ćee biti u skladu sa njegovom veličinom. Smještaj transformatora u kaverni. Težina jednog trofaznog transformatora iznosit će 130 t.

14. Kućni transformatori

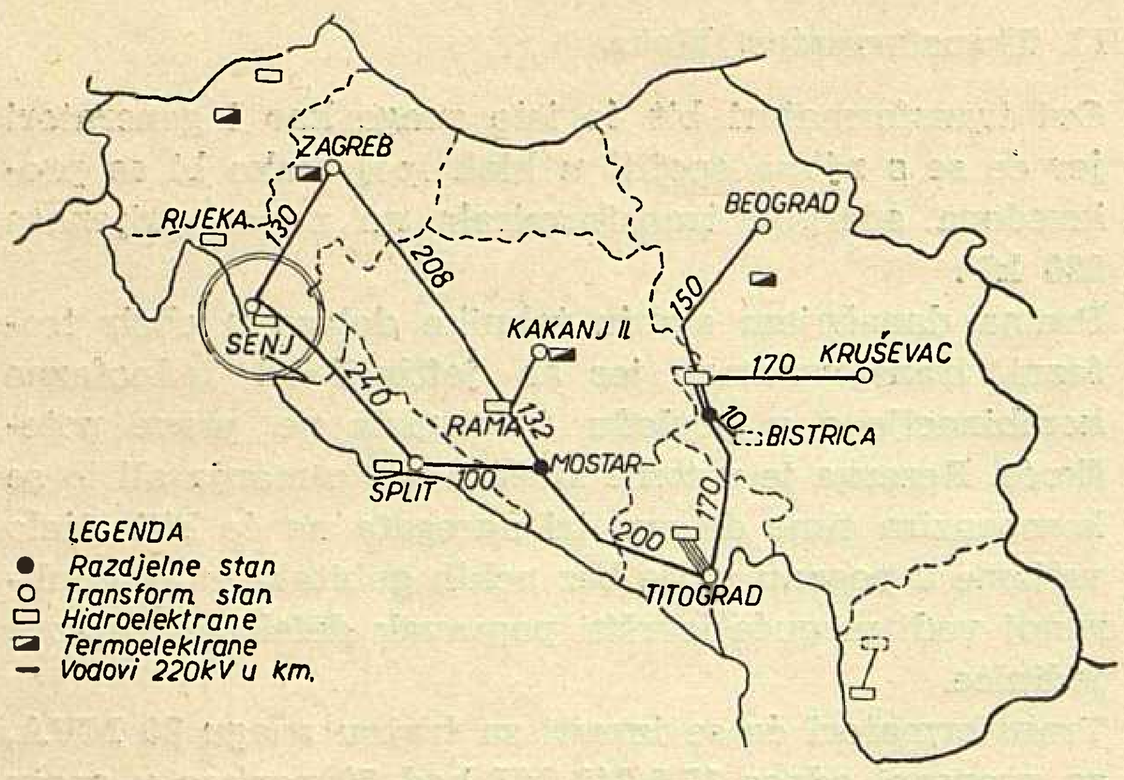
Predviđen je jedan kućni transformator u kaverni snage 1000 kVA kao rezerva u slučaju ispada oba kućna agregata te jedan transformator snge 100 kVA na platou 220 kV, za vanjske potrebe. Transformatori su trofazni, prenosnog odnosa 10 ± 4%/0,4 kV, kod 50 per/sec u spoju Yyo odn. Yz5. Uz transformator 1000 kVA predviđen je vodni hladionik a onaj vanjski će se hladiti zrakom.

15. Uljni kabeli 220 kV

Spojevi višenaponske strane blak transformatora, smještenih u podzemnoj kaverni, sa vanjskim rasklopnim postrojenjem 220 kV izvest će se jednožilnim uljnim kabelima. Ovi kabeli počinju zaglavcima u uljnim kutijama prigrađenim uz trofazne transformatore te se vode gornjim dijelom transformatorske kaverne i kabelskim rovom do zaglavaka za vanjsku montažu koji će se smjestiti u nizu niša na platou vanjskog rasklopnog postrojenja.
Za konkretne prilike vjerojatno će odgovarati kabel sa presjekom bakra od 150 mm².
Kabel od zvjezdišta transformatora dimenzionirat će se za 100 kV sa presjekom 50 mm². Kompenzacione posude za ulje kabela postavit će se pokraj kabelskih niša, u kaverni transformatora te uz zaglavke u vanjskim nišama. Kako se ne će moći dobiti kabeli potrebne dužine u jednom komadu, to će se negdje u sredini rova postaviti kabelske spojnice sa kompenzacionim posudama.

16. Rasklopna postrojenja visokog napona

Rasklopna postrojenja elektrane rješena su u skladu sa raspoloživom snagom elektrane i zahtjevima mreže. Za napon prijenosa odabran je 220 kV u skladu sa rješenjem jugoslovenske superponirane mreže.



Sl. 5. Spoj elektrane sa vanjskom mrežom.

Spoj elektrane sa vanjskom mrežom prikazan je u sl. 5. Elektrana će se vezati sa dva dalekovoda na bubuću transformatorsku stanicu, Brinje, ili će vod 220 kV iz Dalmacije ući na sabirnice HE Senj i dva malekovoda direktno prema Zagrebu. Ovo će se definitivno riješiti kasnije. U svakom slučaju tri dalekovodna polja posve zadovoljavaju u elektrani.

Električni uređaji elektrane izvest će se sa tri visoka napona, t. j. za generatorski napon od 17,5 kV, napon prijenosa 220 kV i napon 10 kV vanjske mreže za vezu sa vlastitom potrošnjom elektrane. Vlastite potrebe pokrivat će se niskim naponom 380/220 V te istosmjernom strujom 220 V i 24 V.

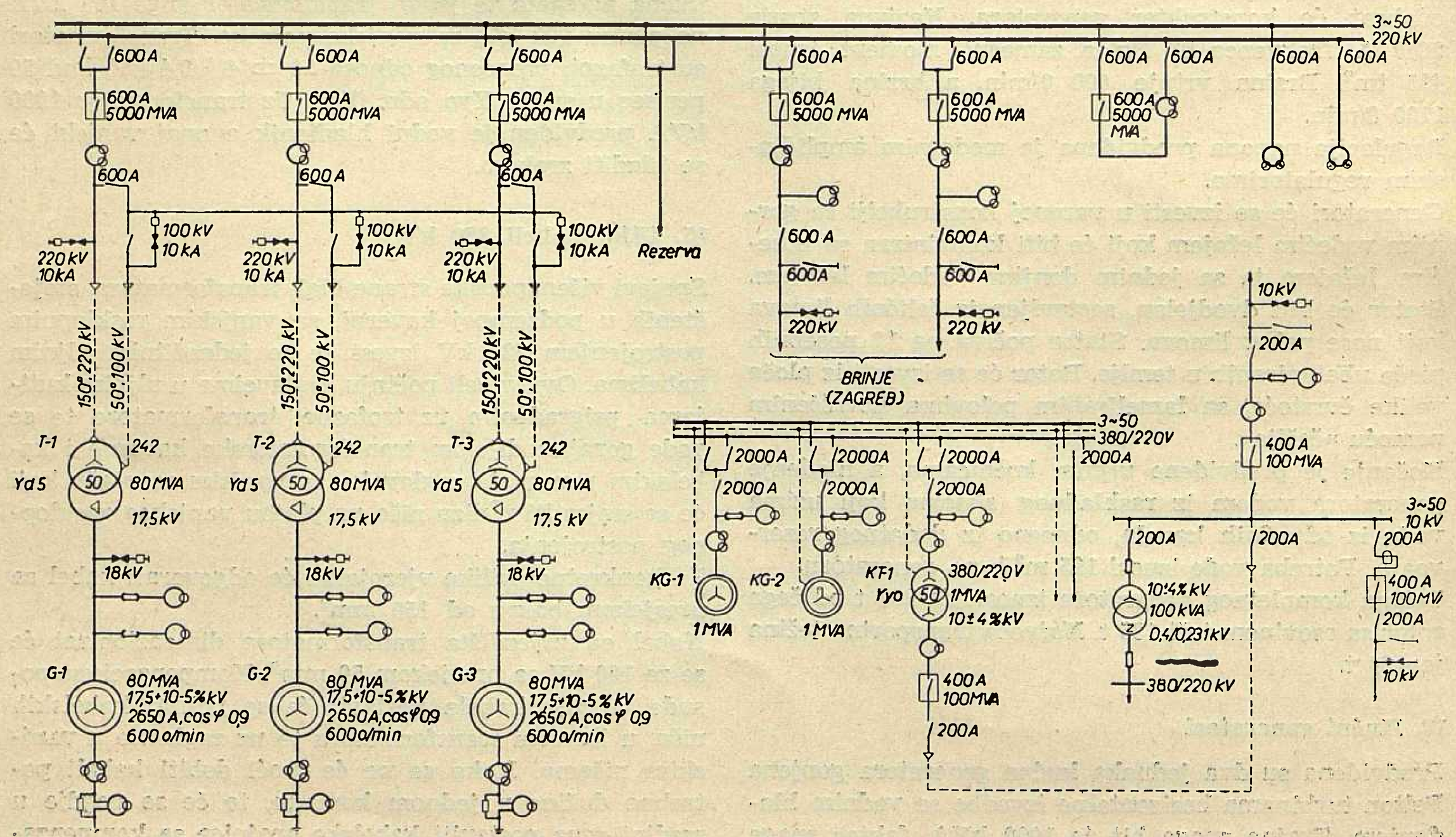
Električna jednopolna šema elektrane prikazana je u sl. 6. Tri generatorske jedinice po 80 MVA, 17,5 kV spojit će se u blok spoju sa transformatorima iste snage na dvostruke sabirnice 220 kV. Na strani generatorskog napona predviđeni su potrebni mjerni transformatori za kontrolu pogona, regulaciju napona i zaštitu. Rasklopno postrojenje 220 kV imat će 8 polja od kojih su 3 polja za proizvodne grupe, 2 polja za dalekovode, jedno mjerno i jedno spojno polje, te jedno rezervno polje. Zvjezdišta blok-transformatora mogu se uzemljiti direktno ili preko odvodnika prenapona na zajedničku sabirnicu za uzemljenje. Na ovu zajedničku sabirnicu mogu se preko rastavljača priključiti i visokonaponski kabeli radi pražnjenja statičkih naboja.

Veze između generatora i transformatora izvesti će se golim aluminijskim vodovima. Veze gornjenaponske strane blok-transformatora sa rasklopnim postrojenjem izvest će se uljnim kabelima 220 kV. Rasklopno postrojenje 220 kV smjestit će s vani na platou koji je riješen terasasto, da bi se bolje prilagodio terenu.

17. Dispozicija podzemnih i nadzemnih postrojenja

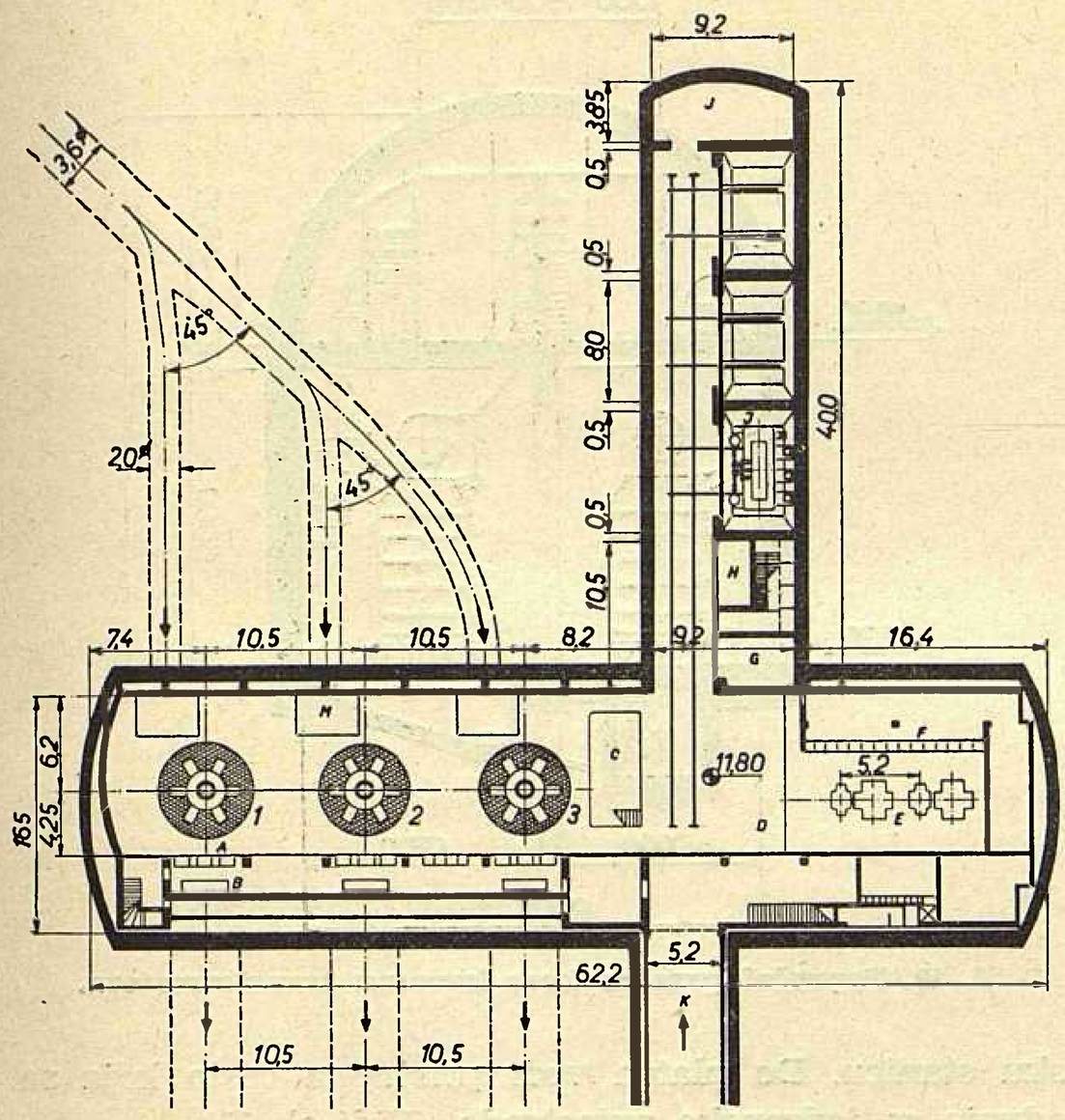
Strojarnica i postrojenje transformatora

Podzemna kaverna HE Senj ima oblik slova *T* od kojeg jedan krak pripada strojarnici, a drugib krak kaverni transformatora. (Vidi sl. 7). Takav smještaj transformatorske kaverne je u transportnom i pogonskom pogledu kovoljan, a također i u pogledu statičkih naprezanja obloge kaverne. Proširenje kaverne strojarnice radi eventualnog smještaja transformatora uz ge-



Sl. 6. Principna jednopolna shema elektrane.

neratore ne dolazi u obzir kako u pogledu statičkih naprezanja tako i u pogledu transporta transformatora. Smještaj pak transformatorske kaverne u produženju kaverne strojarnice traži veći iskop, znatno produžuje kavernu, a nepovoljan je i u općem dispozioionom planu radi smještaja komande, pomoćnih prostorija, pristupnog tunela, kabelskog tunela i t. d.



Sl. 7. Opća dispozicija podzemne kaverne.

Oznake predočuju: *A* — ploča strojeva, *B* — agregat amplidinske regulacije, *C* — montažna jama za montažu transformatora, *D* — montažni prostor, *E* — prostor kućnih agregata, *F* — ploče vlastite potrošnje, *G* — skladišta, alat i ostalo, *H* — prostor za kućni transformator, *I* — prostor za uljno gospodarstvo, *J* — blok transformator, *K* — pristupni tunel, *L* — radionica, *M* — montažni prostor za montažu turbinske opreme, *1, 2, 3* — agregati.

Karatkerističan presjek strojarnice prikazuje sl. 10. Kaverna u profilu ima oblik potkove sa podom strojarnice na koti 11,80 i sa podom turbinskog kata na koti 0,8. Takva relativno velika udaljenost između poda strojarnice i poda turbinskog prostora izlazi s jedne strane radi toga, jer su generatori upušteni a s druge strane je za montažu i demontažu rotora turbine potrebna visina turbinskog kata od najmanje 4,5 m (radi toga je između generatora i turbine predviđena jedna međuosovina koja se kod rada na turbini prva demontira i odstranjuje, kako bi se rotor turbine i ostali dijelovi turbine mogli izvlačiti u turbinski prostor). Sa strane predturbinskih zatvarača odijeljen je prostor strojarnice od svoda tanjim pregradnim zidom koji veže stupove staze dizalice. Na drugoj strani između stupova staze dizalice i svoda izvest će se jednokatna prigradnja za pomoćne pogone i manipulativni prostor zapornica kod difuzora. Za izolaciju od procjedne vode i od rušenja predviđen je lagani pokrov sastavljen od montažnih ploča koje se u stanovitoj udaljenosti od svoda učvršćuju na posebne nosače.

Desno od ulaza u strojarnicu nalaze se kućni agregati sa pločom niskog napona, a iza ove kabelski prostor komande. Desno od ulaza u strojarnicu nalazi se još predvorje, garderoba, sanitarne prostorije i soba za osoblje. U predvorju se nalazi stubište koje vodi u prvi kat i služi za pristup u komandnu prostoriju.

Lijevo od ulaza u strojarnicu nalazi se radionica. Iz radionice se može pristupiti na platformu za manipulacije zapornica. Na drugom kraju strojarnice može se isto tako kroz predvorje stubišta doći na platformu za manipulaciju zapornica.

Od generatora vidjet će se u strojarnici samo uzbudni strojevi kombinirani nosni i vodeći ležaji, a djelomično i gornja zvijezda.

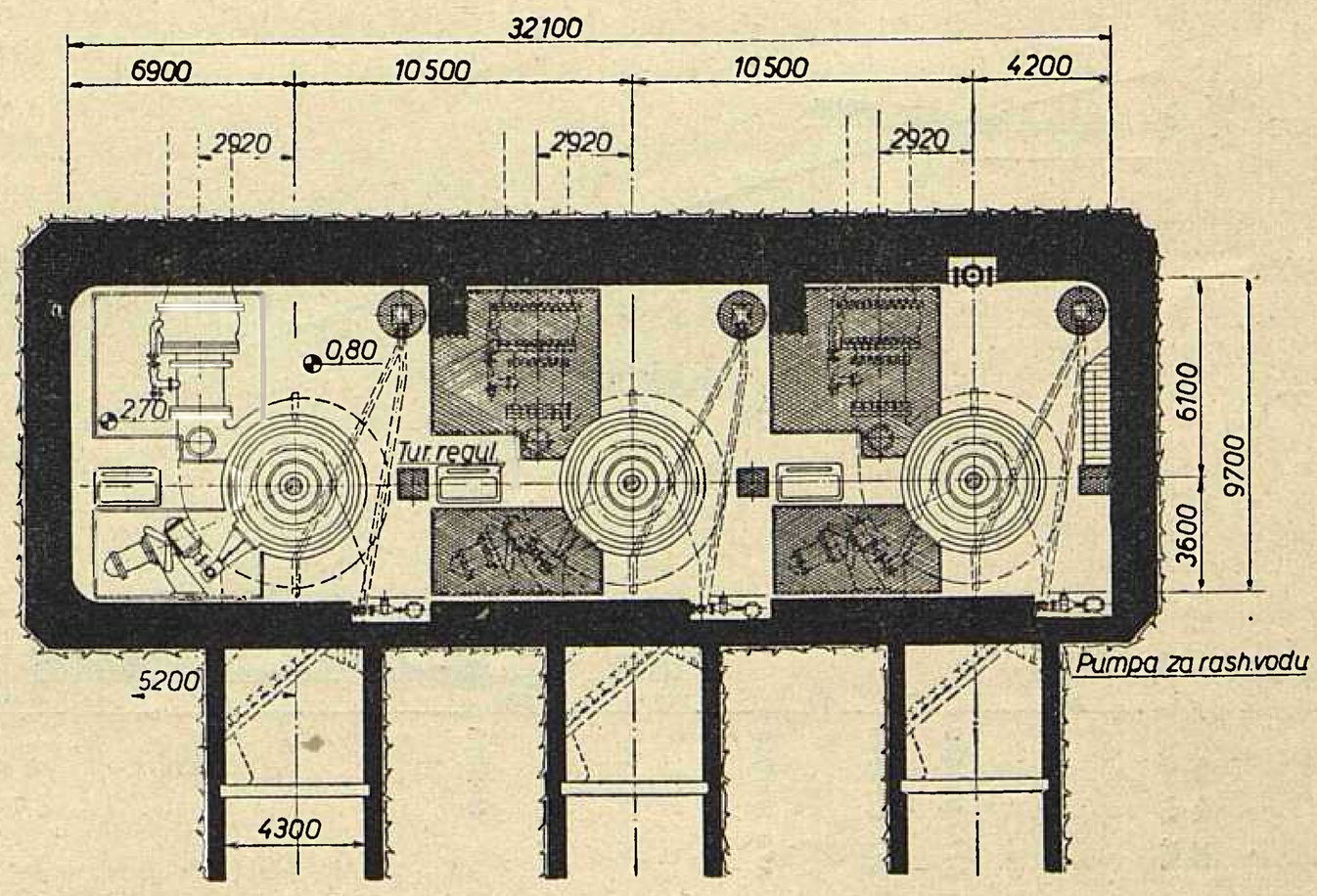
U podu strojarnice iznad predturbinskih zatvarača nalazit će se montažni otvori za same predturbinske zatvarače i ostale dijelove opreme.

Ispred generatora 1 na dijelu montažnog prostora nalazi se montažna jama za remont transformatora.

U generatorski kat dolazi se stubištem kod montažne jame i glavnim stubištem na drugom kraju strojarnice, (iza generatora 3).

Cijeli prostor generatorskog kata iznad predturbinskih zatvarača a između generatorskih obočja i izolacionih zidova izveden je kao otvor. Druga strana generatorskog kata prema odvodnim kanalima služi za aparate izvoda i zvjezdišta, te za gole vodove od generatora do transformatora. Uski hodnik između izolacionog zida i svoda kaverne sa nizvodne strane služi za prenos i umetanje zapornica kod difuzora kao i za građenje odvodnih kanala. Uz oplatu generatora nalaziti će se razvod rashladne vode. Između oplate generatora i spojnih vodova generator-transformator nalazi se ograđeni prostor u kojem su smješteni aparati zvjezdišta i izvoda generatora.

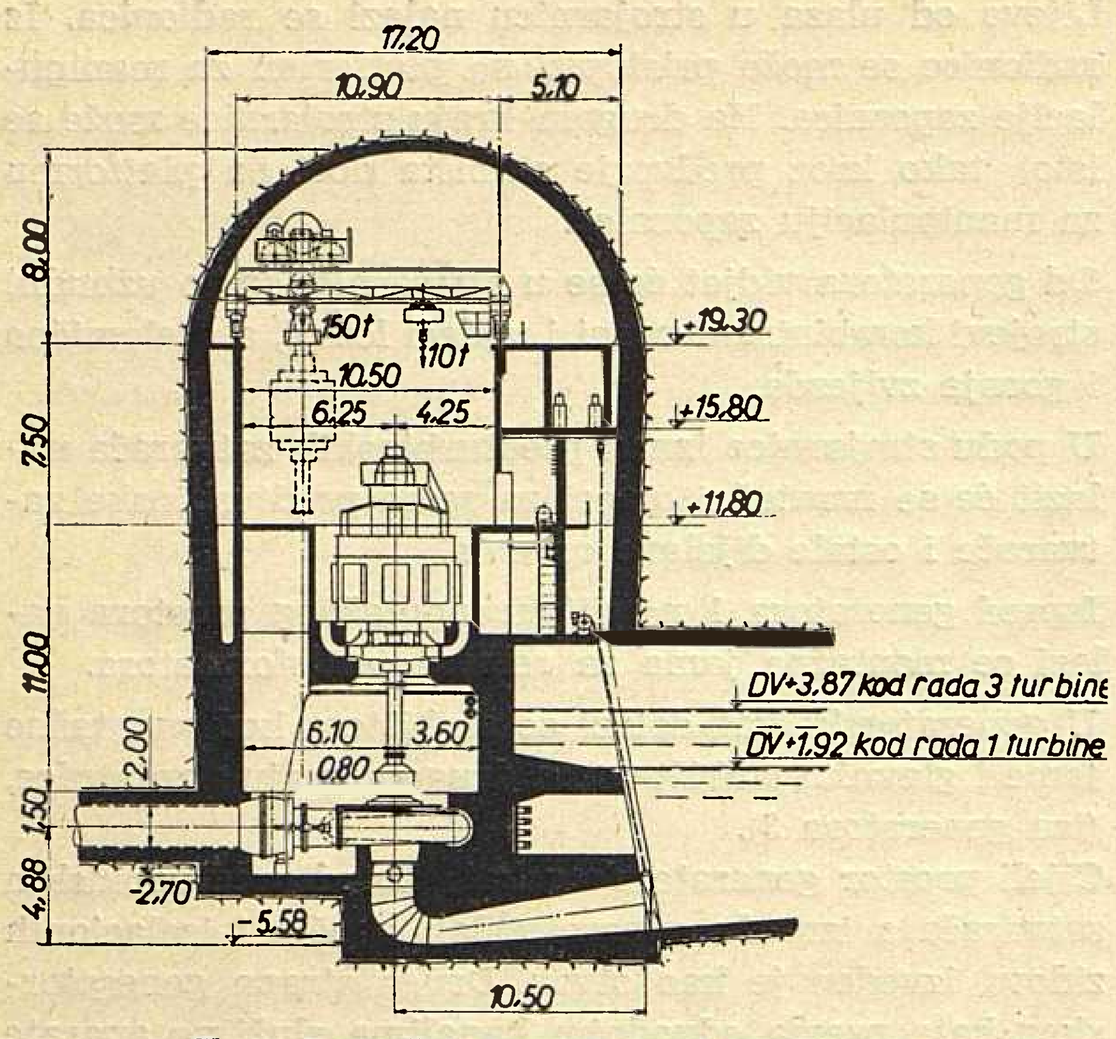
Turbinski kat ima pod na koti + 0,80 m ispod kojega će se ubetonirati spirale turbine. Prostor je svijetle širine 9,7 m, jedinstven i isprekidan je samo nosnim konzolnim stupovima koji nose generatore. Smještajem tih stupova u zidove kaverne postignuta je vrlo dobra preglednost turbinskog kata. Glavni pristup do turbinskog kata predviđen je stubištem kod turbine 1. (Vidi sl. 7). Uz zid prema račvi cjevovoda ima mjesta



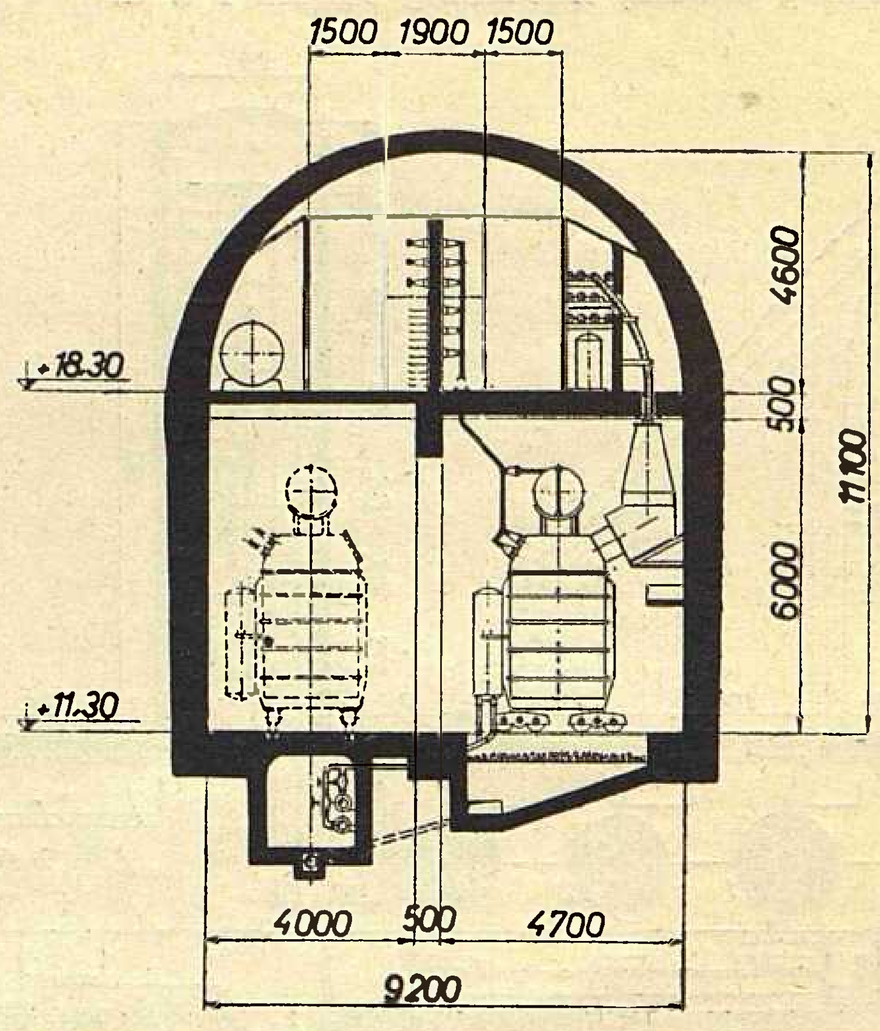
Sl. 8. Tlocrt turbinskog kata na koti + 0,8.

za uljne rezervoare sa tlačnim kotlom za turbinsku regulaciju, ukoliko bude sistem regulacije to zahtijevao. Regulacioni uređaji bit će smješteni uz same turbine, a servomotor je prigrađen u kućište turbine odnosno tlačnog ventila i pokriven je rebrastim limom. Uz zid prema difuzoru smjestit će se tri pumpe rasjame ispod transformatora povezane su međusobno jednom cijevi do zajedničke uljne jame na kraju kaverne. Ispod transportnog hodnika nalazi se kanal sa cijevima za rashladnu vodu. (Vidi sl. 10).

Od vanjskih postrojenja treba spomenuti rasklopno postrojenje 220 kV sa kabelskim nišama i kompresor-



Sl. 9. Poprečni presjek kroz strojarnicu.



Sl. 10. Poprečni presjek kroz kavernu transformatora.

hladne vode, a s druge strane okna drenažne pumpe. Pristupi do gornjeg dijela turbinskih difuzora izvedeni su kroz otvor u osi turbine koji je pokriven rebrastim limom.

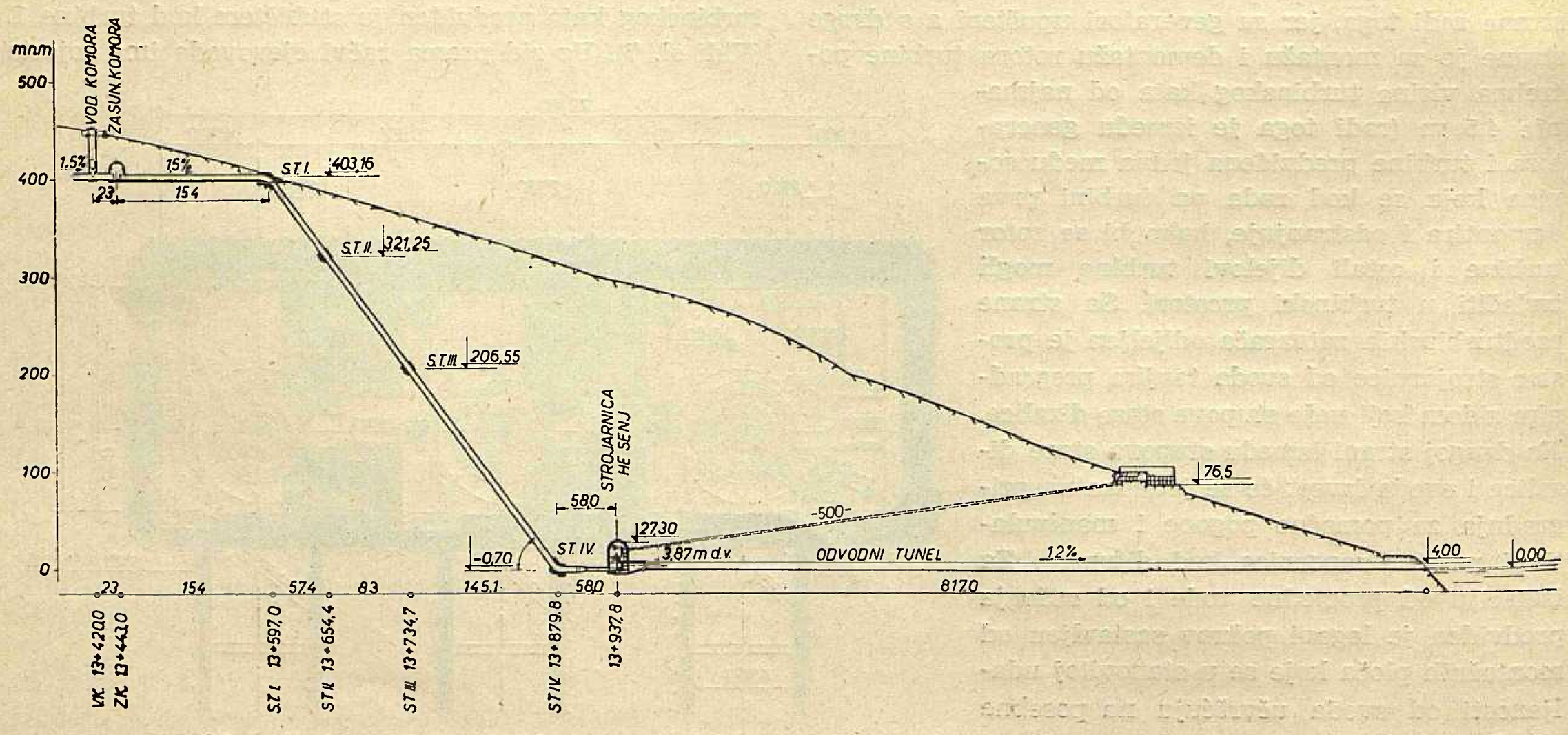
Na početku transformatorske kaverne smješten je transformator vlastite potrošnje. Transformatori bloka nalaze se u odijeljenim ćelijama koje su prema transportnom hodniku odvojene željeznim vratima i ugrađenim manjim vratima za nadzor. Transformator se do strojarnice transportira po željeznim tračnicama. Za pristup u gornju etažu transformatorske kaverne služi stubište između skladišta i kućnog transformatora. Ispod svakog transformatora nalazi se uljna jama. Sve uljne

sku stanicu. Do platoa vodi pristupna cesta koja se odvaja sa jadranske autostrade. (Vidi sl. 11).

U blizini ulaznog portala pristupnog tunela smještena je zgrada uprave pogona te pomoćne prostorije: radionica, skladišta i garaže.

Rasklopno postrojenje 220 kV

Smjestit će se na platou na koti 80,0 m. Postrojenje je riješeno terasasto u skladu sa raspoloživim terenom koji nije ravan nego kos. Predviđeno je da se izvede sa najnovijim rastavljačima sistema »pantograf« radi postizavanja što manje površine i smanjenja platoa na



Sl. 11. Smještaj podzemne kaverne, položaj tlačnog cjevovoda, odvodnog tunela i veza sa rasklopnim postrojenjem 220 kV.

minimum. Sabirnice će se učvrstiti na podnožje rastavljača koji su smješteni na prvoj terasi na koti 76,5 m.

Iznad njih vode se spojni vodovi koji prelaze na 3,5 m višu kaskadu na koti 80,0 m na kojoj će se smjestiti sklopke, mjerni transformatori i kabelski zaglavci kabela, 220 kV od transformatora. Na kaskadi na koti 89,0 m će se smjestiti rastavljači za uzemljenje neutralne točke transformatora i eventualno kabelski zaglavci nultočke transformatora.

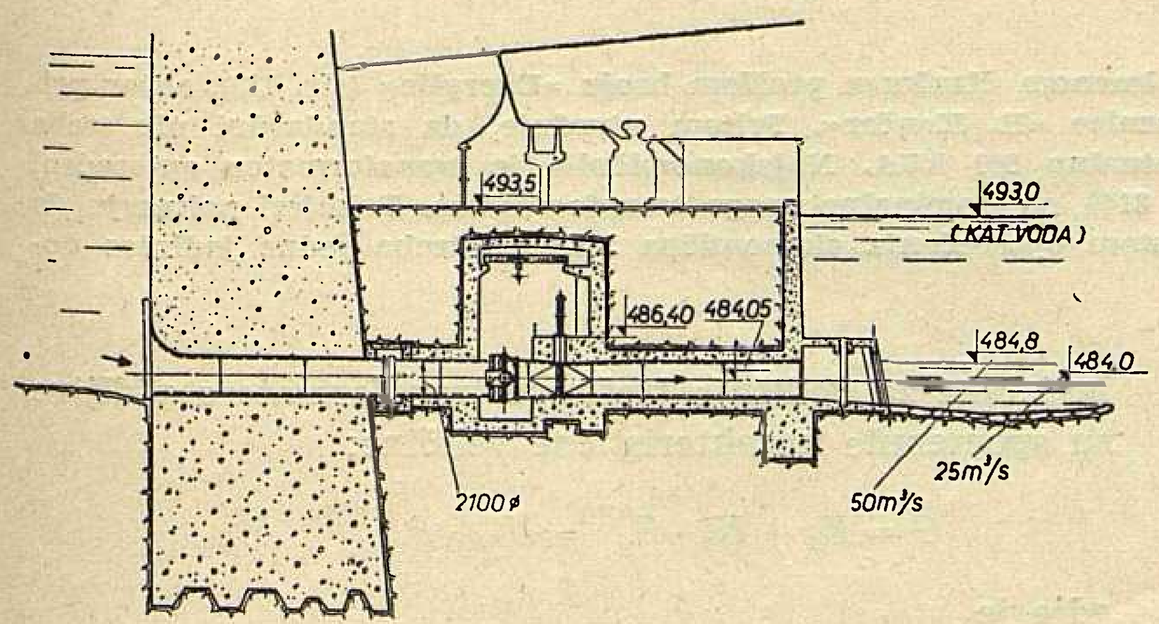
Portali će se izvesti u željeznoj konstrukciji. Iznad portala će se postaviti zaštitna zemna užeta.

18. Hidromehanička oprema elektrane

Hidromehanička oprema će se ugraditi na objektima elektrane koji su u uvodnom dijelu navedeni u točkama 1. do 9. i 12.

Oprema brane Sklope

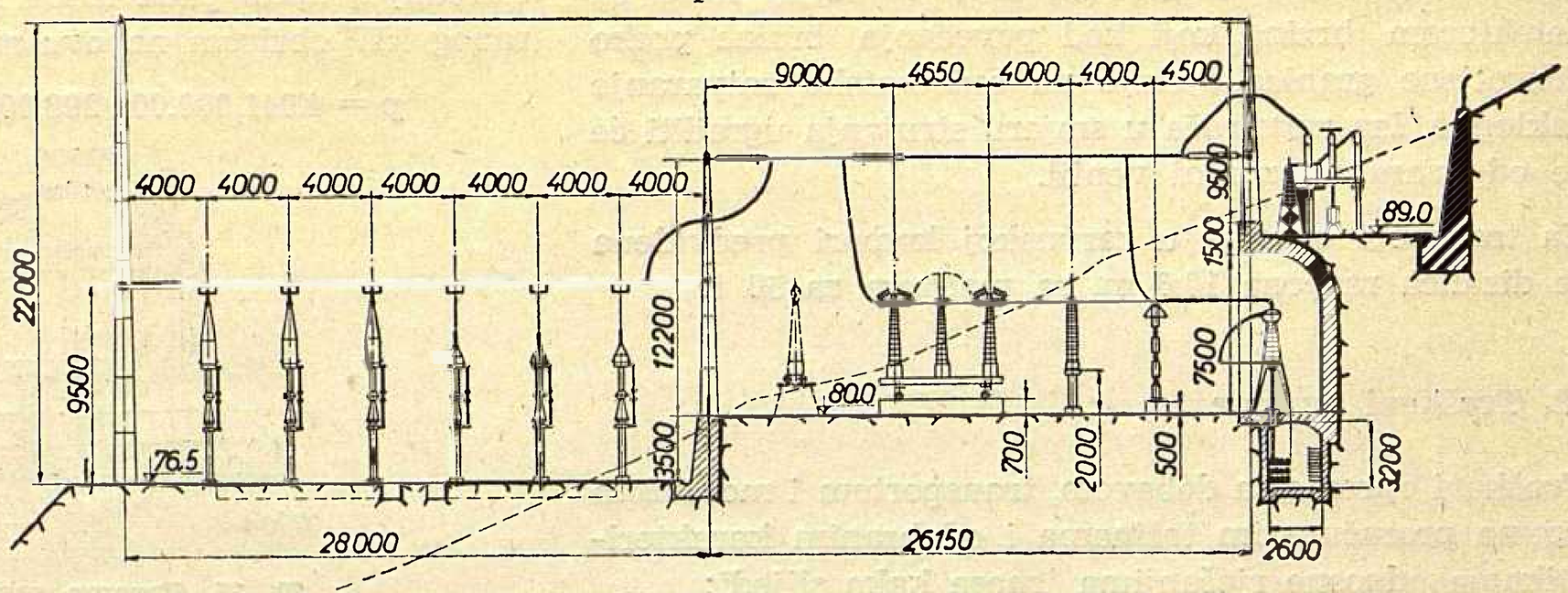
Betonska lučna brana Sklope izgradit će se u prvoj etapi izgradnje. Na temljnom ispustu (koji se sastoji iz dva organa) predviđena je ugradnja dviju grubih reeštki za otvor 3,0 × 4,0 m. Temeljni ispust će se opremiti sa leptirastim zatvaračima za tlak 65 m v. s. sa uljnim servomotorom i napravom za tlačno ulje. Iza leptirastih zatvarača koji imadu funkciju pomoćnih zatvarača, ugradit će se klizni regulacioni zatvarači za otvor 1,4 · 2,1 m, za tlak 65 m v. s. sa armaturom, brtvilima, uljnim servomotorom i uređajem za tlačno ulje. Oprema temeljnog ispusta će se smjestiti (Vidi sl. 13) u posebnom prostoru u produženju turbinskog kata buduće pribranske hidroelektrane Sklope. Preljev brane će se opremiti cilindričnom zapornicom 20 m promjera i visina 3,6 m sa specijalnim uređajem za podizanje.



Sl. 13. Oprema temeljnog ispusta na brani Sklope.

Oprema ulaznog uređaja Lipovo polje

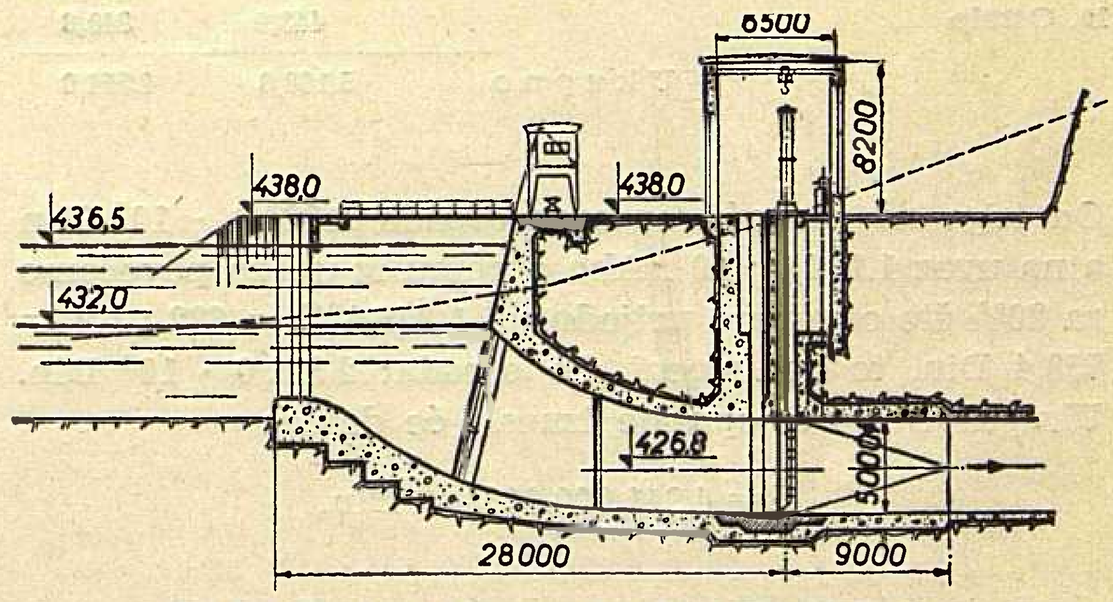
Na ulaznom uređaju predviđena je izgradnja grube rešetke za otvor 5,5 · 7,4 m. Zatvarač ulaznog uređaja bit će tablasta vozna zapornica na otvoru 4,1 · 4,1 m za najveći tlak 23,0 m v. s. sa pogonom na tlačno ulje. U zatvaračnicu će se ugraditi ručna dizalica 2 × 10 t na I profilu.



Sl. 12. Rasklopno postrojenje 220 kV (presjek kroz polje transformatora).

Brana na Lipovom polju će imati samo tablasti zatvarač dimenzija 2,8 · 1,5 m za tlak 12,5 m v. s. sa ručnim pogonomn a temeljnom ispustu.

Oprema izlaznog uređaja na spojnom tunelu Lika-Gacka sastojat će se iz tablaste klizne regulacione zapornice za otvor 1,95 · 3,3 m i tlak 51 m v. s. sa hidrauličkim pogonom. Ona će služiti za doziranje količina vode iz Like u Gacku.



Sl. 14. Oprema ulaznog uređaja Gusić Polje.

Brana u Gornjoj Švici će se opremiti tropojasnim zatvaračem sa zaklopkom na vrhu visine 1,0 m, za širinu brane od 10,0 m. Visina uspora bez zaklopke iznosit će 3,3 m, a sa zaklopkom 4,3 m.

Ulazni uređaj na dovodnom tunelu Gornja Švica Gusić Polje opremit će se tablastom voznom zapornicom za svijetli otvor 4,3 · 4,8 m za tlak 5 m v. s. sa elektromotornim pogonom.

Preljevna brana u Gusić Polju opremit će se zaklopnom zapornicom u obliku ribljeg trbuha sa protuutegom 6 · 1,5 m s temeljnim ispustom 1,8 · 1,8 s ručnim pogonom.

Oprema ulaznog uređaja Gusić Polje

Ulazni uređaj Gusić polje će se opremiti grubom rešetkom na otvoru 3,5 · 8,5 m te finom rešetkom na otvoru 16,0 · 8,5 m. Kao zatvarač ulaza odabrana je tablasta vozna zapornica za otvor 3,0 · 5,0 m i tlak do 15,0 m v. s. sa hidrauličkim pogonom. Potrebni tlak ulja daje pumpna grupa gonjena elektromotorom. Predviđene su i gredne zapornice za potrebe revizije glavnog zatvarača te stroj za čišćenje rešetki.

Zasunska komora će se opremiti sa dva lepti-

rasta sigurnosna zatvarača sa uljnim servomotorom za otvaranje i utegom za zatvaranje sa ekscentračno položenom osovinom. Jedan zatvarač će se opremiti sa detektorom brzine koji kod povećanja brzine preko dozvoljene granice djeluje na automatsko zatvaranje zaklopke. Iza zatvarača u smjeru strujanja ugraditi će se odgovarajući zračni ventil.

Za transport opreme u zasunskoj komori predviđena je dizalica raspona 10,0 m, sa mačkom za 50 t.

19. Troškovi opreme

Troškovi opreme sa dobavom, transportom i montažom prema proračunatim težinama i odabranim karakteristikama odnosno rješenjima iznose kako slijedi:

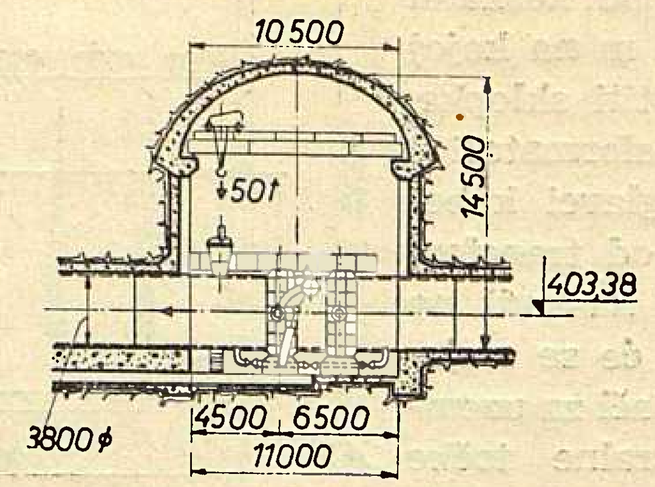
	Težina t	Cijena din
1. Tlačni i razdjelni cjevovod	1650,0	495,0
2. Leptirasti i klizni regulacioni zatvarač	252,0	227,0
3. Zapornice i rešetke	330,0	165,0
4. Dizalice i transportni uređaji	150,0	113,0
5. Turbine	720,0	864,0
6. Generatori	945,0	1087,0
7. Transformatori	390,0	332,0
8. Rasklopno postrojenje 220 kV	217,0	369,0
9. Uljni kabeli 110 i 220 kV	91,0	62,0
10. Ostalo	443,0	840,0
Ukupno	5.188,0	4.554,0

Od toga na domaću opremu otpada 2.620,0 · 10^6 Din a na uvoz 1.934,0 · 10^6. Ako opremu iz uvoza povećamo za 20% što odgovara vrijednosti 1 USA $ = 632 · 1,2 = 758,4 Din, to na uvozni dio otpada: 2.321,0 · 10^6 Din. Ukupni troškovi opreme iznosit će dakle:

$$C = 4.941,000.000.— \text{ Din.}$$

Instalirana snaga strojeva na stezaljkama generatora raspoloživa kod punog potroška elektrane od 60 m^3/sec i srednjeg netto pada iznosi 208,0 MW. Cijena instaliranog kW obzirom na ovu snagu iznosi dakle:

$$p = 4.941,000.000/208.000 = 23.900 \ Din/kW$$



Sl. 15. Oprema zasunske komore.

Težine opreme dobivene su na temelju ponuda glavne opreme od tvornica koje dolaze u obzir za isporuku. Za turbine i generatore su izrađeni idejni projekti. Rasklopno postrojenje je računato sa 2 dalekovodna polja po 68,0 · 10^6 Din, tri transformatorska polja po 50,0 · 10^6 Din, jedno spojno polje po 50,0 · 10^6 Din i jedno mjerno polje po 33,0 · 10^6 Din. U stavci »ostalo« uključeni su vodovi visokog i niskog napona (dalekovodi i stanice za opskrbu objekata elektrane energijom), kućne turbine, kućni generatori, transformatori vlastite potrošnje, rasklopno postrojenje 17,5 kV, rasklopno postrojenje 10 kV, komandne ploče, pultovi, signalizacija, daljinska mjerenja te pomoćni uređaji elektrane, klimatizacija i ventilacija te konačno rezervni dijelovi, ulja, masti i boje.

U troškovima hidromehaničke opreme uzeta je u obzir oprema na brani Sklope koja će se izgraditi u prvoj etapi, dok bi se pribranska elektrana gradila kasnije. Izgradnja brane zahtijeva ugradnju opreme u temeljnom ispustu te opreme na preljevu.

EKONOMIČNA PRIMJENA NAŠIH DISTRIBUTIVNIH TRANSFORMATORA*

Ing. Miroslav Balling, Institut za elektroprivredu, Zagreb

621.314.212 : 621.311.42

Ekonomske kriterije, koje je postavio u istoimenom članku u prošlom broju »Energije« (str. 133), autor primjenjuje na distributivne transformatore tvornice »R. Končar«. Pritom utvrđuje, da standardni niz treba nadopuniti jedinicama od 75, 160, 500 i eventualno 800 kVA. Najekonomičnije je transformator opterećen, ako maksimalno godišnje opterećenje iznosi 81% od nominalne snage transformatora. Primjeri pokazuju da je izmjena transformatora u skladu s porastom opterećenja ekonomična i da upotreba jedne jedinice donosi ekonomske prednosti.

B. PRIMJENA METODE

U našim mrežama, u velikoj većini, u upotrebi su transformatori tvornice »Rade Končar«. Zato ćemo u ovom nastavku primijeniti metodu na transformatore ove tvornice.

Prije nego što pređemo na samu primjenu treba utvrditi neke veličine koje su, ili karakteristične za naše distributivne mreže, ili su karakteristične za transformatore »Rade Končar«.

Iz izraza za godišnje troškove transformatora vidljive su spomenute karakteristične veličine:

$$G = K_1 + K_2 \cdot P_n^{0,75} + K_3 \cdot P_n^{-1,25} \cdot P_{max}^2$$

gdje je

$$K_1 = a \cdot R/100 + d\,(p + T \cdot q)$$
$$K_2 = b \cdot R/100 + e\,(p + T \cdot q)$$
$$K_3 = (p \cdot g^2 + T \cdot q \cdot \vartheta) \cdot f$$

Faktori R, p, q, g, T i ϑ praktički su konstantne veličine, karakteristične su za mjesto transformatora u

* Prvi dio članka objavljen je u Energiji 7 (1958), br. 5-6, str. 133 . . . 139.

mreži, a u širem smislu karakteristične su za distributivnu mrežu.

Faktori *a, b, d, e* i *f* su također konstantne veličine, a karakteristične su za izvjesni niz veličina transformatora istog tipa. U daljnjem ćemo prvo utvrditi navedene veličine.

O karakteristikama naših distributivnih mreža

Faktor *R* predstavlja ukupnu godišnju stopu koja tereti svaku investiciju u jugoslavenskom elektroprivrednom sistemu. Ova ukupna stopa jest suma pojedinih stopa, koje u našem konkretnom slučaju, radi se o transformatoru t. j. o električnoj opremi, iznose:[1]

amortizacija i investiciono uzdržavanje	7,5 %
kamati na osnovna sredstva	1,0 %
anuitet	3,18 %
zakonske obaveze i dobitak	0,8 %
osiguranje i ostalo	0,8 %
Ukupno	13,28 %

Prema tome, ukupna kamatna stopa:

$$R \doteq 13{,}3\%$$

Faktori *p* i *q* označuju specifične troškove snage (*p*) i energije (*q*) karakteristične za distributivne mreže jugoslavenske elektroprivrede. Dobiveni su na temelju godišnje kalkulacije troškova (pr. br. 1)[2] prema kojoj ovi faktori iznose:

$$p = 37480 \text{ Din/kW god.}, \quad q = 2{,}41 \text{ Din/kWh}$$

Faktor *g*, t. j. faktor istodobnosti vršnog opterećenja distributivnog transformatora i vršnog opterećenja sistema u kojemu transformator radi. S obzirom na karakter distribucije u pogledu krivulje opterećenja uzimamo da su vršna opterećenja transformatora i mreže vremenski istovjetna t. j. da je

$$g = 1.$$

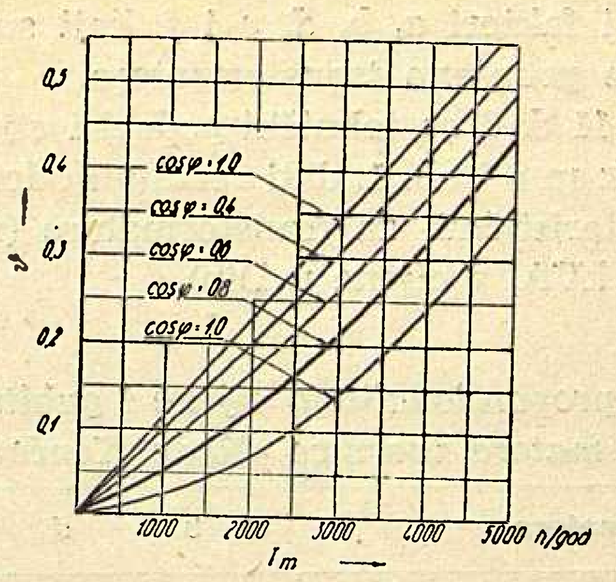
Faktor *T* označuje trajanje priključka transformatora na mrežu. Za distributivne transformatore može se bez daljnjega pretpostaviti da su na mrežu priključeni u toku cijele godine, t. j.

$$T = 8760 \text{ h/god.}$$

Faktor ϑ t. j. faktor gubitaka, ovisan je o faktoru snage ($\cos\varphi$) i o faktoru opterećenja. Ta ovisnost dade se odrediti iz izraza koji su iz literature općenito poznati, a na sl. 9. je predstavljena dijagramom. Faktor opterećenja *(m)* definiran je omjerom upotrebnog vremena maksimuma opterećenja i trajanja priključka transformatora na mrežu t. j.

$$m = T_m/T.$$

Trajanje priključka transformatora na mrežu određeno je u prethodnoj točki sa 8760 h/god. i predstavlja za naše račune konstantnu vrijednost tako da možemo odrediti direktnu ovisnost faktora gubitaka i upotrebnog vremena maksimalnog opterećenja. Upotrebna vremena maksimalnih opterećenja karakteristična su za mjesta transformatora u mreži. Pretpostavit ćemo vremena koja su uobičajena kod razmatranja problema naših mreža:



Sl. 9. Ovisnost faktora gubitaka ϑ o trajanju godišnjeg maksimuma uz upotrebno vrijeme transformatora T = 8760 h/god.

Za distributivne transformatore *10/0,4 kV do 250 kVA*, za koje se može pretpostaviti da se nalaze u pokrajinskim mrežama i mrežama manjih gradova, uzet ćemo

$$T_m = 1000 \text{ h/god.}$$

Za distributivne transformatore *10/0,4 kV, od 100 do 1000 kVA*, pretpostavljamo mjesto u većim gradskim mrežama. Upotrebno vrijeme pretpostavljamo sa:

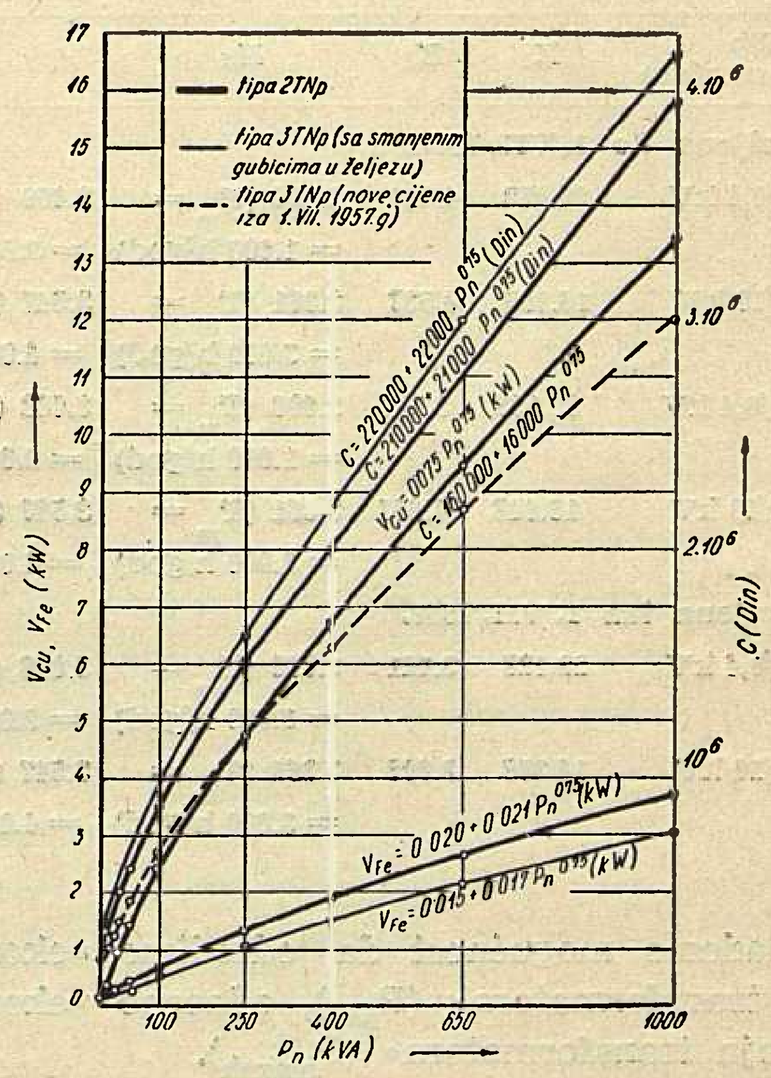
$$T_m = 2000 \text{ h/god.}$$

Za transformatore *30/10 kV*, koji napajaju pokrajinske mreže, uzimamo

$$T_m = 3000 \text{ h/god.}$$

Za transformatore *30/10 kV*, koji napajaju gradske mreže uzimamo:

$$T_m = 4000 \text{ h/god.}$$



Sl. 10. Tehnički podaci i cijene za transformatore tvornice Rade Končar (10/0,4 kV).

O karakteristikama transformatora tvornice »Rade Končar«

Karakteristike koje nas ovdje interesiraju su gubici u bakru, gubici u željezu i nabavna cijena transforma-

[1] Podaci su dobiveni 9. VI. 1957. od Ing. Planića, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.

[2] Podaci su dobiveni 15. IX. 1957. u Energetskom odjelu — privredna grupa (Ing. Filipović) Instituta za elektroprivredu.

tora. Ove karakteristike dadu se izraziti jednadžbama u ovisnosti od nazivne snage transformatora. Određivanjem jednadžbi navedenih karakteristika određeni su ujedno i faktori *a, b, d, e* i *f*, koji su potrebni za određivanje primjene transformatora.

Na sl. 10 i 11 dati su tehnički podaci i cijene transformatora, dok su u Tab. 1. dati rezultati određivanja faktora karakterističnih za transformatore (ako je snaga izražena u kVA, a cijene u Din).

Konstante proporcionaliteta cijene i gubitaka transformatora tvornice »Rade Končar« Tablica 1

Tip transformatora	*a*	*b*	*d*	*e*	*f*
Nabavna cijena do 1. VII. 1957.					
2 TN_p –10/0,4 kV	210.000	21.000	0,020	0,021	0,075
2 TN_p –30/10 kV	25.000	24.000	0,230	0,023	0,080
3 TN_p –10/0,4 kV	220.000	22.000	0,015	0,017	0,075
3 TN_p –30/10 kV	25.000	26.500	0,200	0,0185	0,080
Nabavna cijena iza 1. VII. 1957.					
3 TN_p –10/0,4 kV	160.000	16.000	0,015	0,017	0,075
3 TN_p –30/10 kV	20.000	20.500	0,200	0,0185	0,080

Određivanje ekonomske veličine, ekonomskog opterećenja transformatora

Jednadžba godišnjih troškova transformatora sadrži konstante određene malo prije navedenim karakteristikama. Uvrštavanjem u izraze za K_1, K_2 i K_3 dobivene su vrijednosti u Tab. 2.

Vrijednosti faktora K_1, K_2 i K_3 iz jednadžbe godišnjih troškova Tablica 2

Tip transformatora	K_1	K_2	K_3	K_3
Nabavna cijena do 1. VII. 1957.				
2 TN_p – 10/0,4 kV	29.072	4.020	2.898 (T_m = = 1.000 h/god)	3.000 (T_m = = 2.000 h/god)
2 TN_p – 30/10 kV	16.795	4.537	3.361 (T_m = = 3.000 h/god)	3.547 (T_m = = 4.000 h/god)
3 TN_p – 10/0,4 kV	30.128	3.927	2.898 (T_m = = 1.000 h/god)	3.008 (T_m = = 2.000 h/god)
3 TN_p – 30/10 kV	15.043	4.603	3.361 (T_m = = 3.000 h/god)	3.547 (T_m = = 4.000 h/god)
Nabavna cijena iza 1. VII. 1957.				
3 TN_p – 10/0,4 kV	22.126	3.121	2.898 (T_m = = 1.000 h/god)	3.008 (T_m = = 2.000 h/god)
3 TN_p – 30/10 kV	14.378	3.808	3.361 (T_m = = 3.000 h/god)	3.547 (T_m = = 4.000 h/god)

Sada imademo mogućnost da odredimo »ekonomske veličine transformatora« (P_{nek}), odnosno »ekonomska opterećenja transformatora« (P_{maxek}).

Ako jednadžbe za P_{nek} i P_{maxek} izrazimo sa:

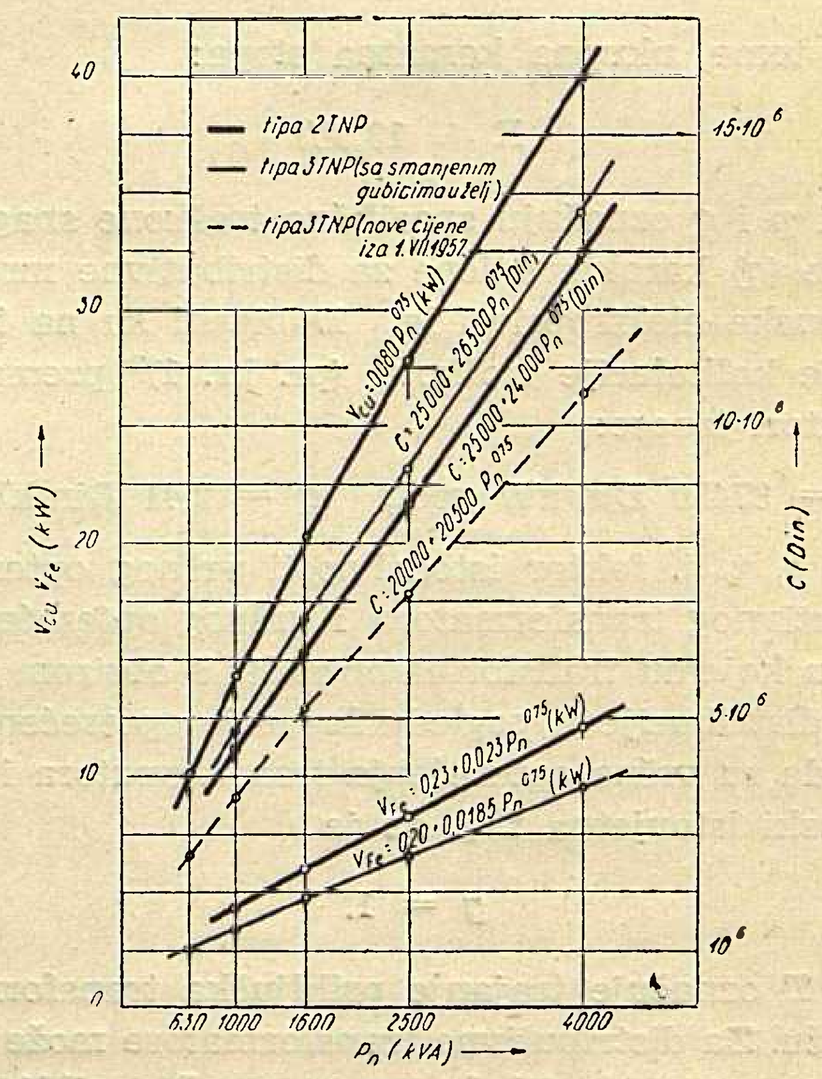
$$P_{nek} = P_{max}/u_{ek} \quad \text{i} \quad P_{maxek} = u_{ek} \cdot P_n,$$

gdje je $1/u_{ek} = 1{,}29 \cdot \sqrt{K_3/K_2}$ i $u_{ek} = 0{,}775 \cdot \sqrt{K_2/K_3}$,

onda su vrijednosti $1/u_{ek}$ i u_{ek} date u tablici 3.

Vrijednost za $1/u_{ek}$ i u_{ek} transformatora tvornice »Rade Končar« Tablica 3

Tip transformatora	$1/u_{ek}$	u_{ek}	T_m (h/god)
Nabavna cijena do 1. VII. 1957.			
2 TN_p – 10/0,4 kV	1,08	0,91	1000
	1,12	0,90	2000
2 TN_p – 30/10 kV	1,11	0,90	3000
	1,14	0,87	4000
3 TN_p – 10/0,4 kV	1,11	0,91	1000
	1,14	0,88	2000
3 TN_p – 30/10 kV	1,09	0,91	3000
	1,14	0,88	4000
Nabavna cijena iza 1. VII. 1957.			
3 TN_p – 10/0,4 kV	1,24	0,81	1000
	1,26	0,79	2000
2 TN_p – 30/10 kV	1,21	0,82	3000
	1,24	0,81	4000



Sl. 11. Tehnički podaci i cijene za transformatore tvornice Rade Končar (30/10 kV).

Rezultati prikazani u tabeli upućuju na pojednostavljenje, jer se međusobno vrlo malo razlikuju. Praktički može se uzeti:

Transformatori sa nabavnom cijenom do 1. VII. 1957.

$$P_{nek} = 1{,}12\ P_{max}$$

$$P_{maxek} = 0{,}9\ P_n$$

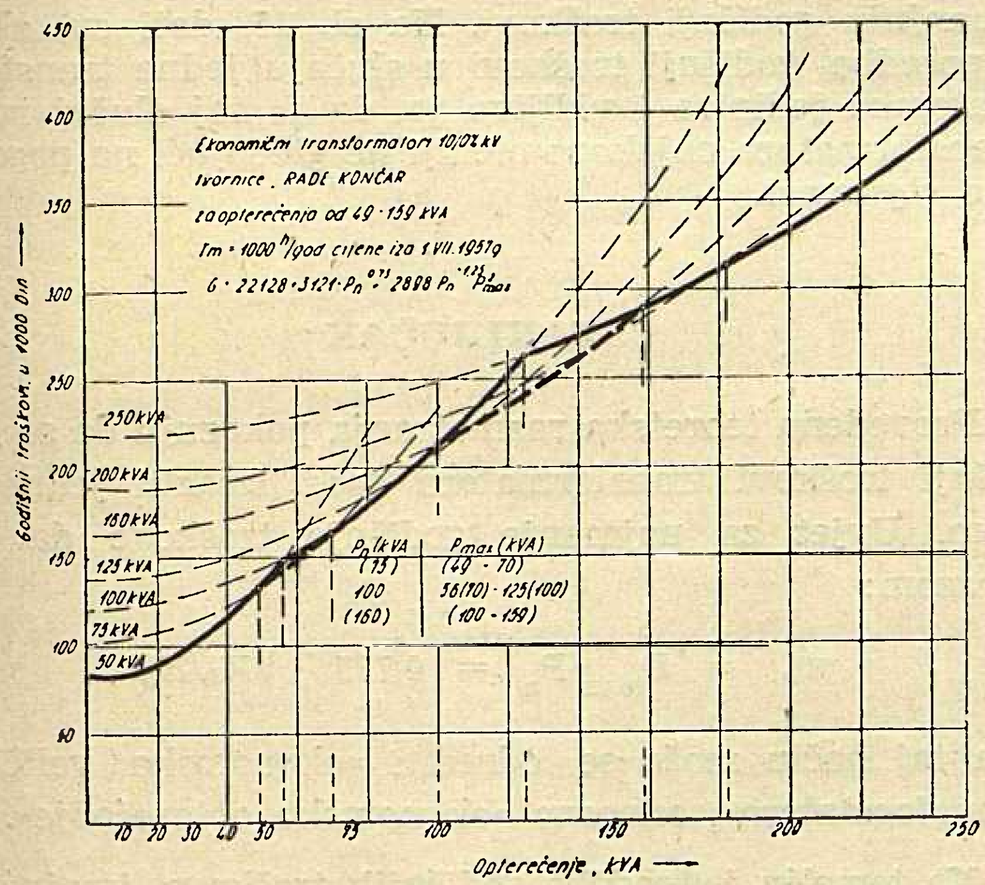
Transformatori sa nabavnom cijenom iza 1. VII. 1957.

$$P_{nek} = 1{,}23\ P_{max}$$

$$P_{maxek} = 0{,}81 \cdot P_n$$

Ovo znači da je na pr. za novi transformator nabavljen po cijeni iza 1. VII. 1957. godine najekonomičnije da bude opterećen godišnjim maksimalnim opterećenjem koje iznosi cca 81% od nominalne snage transformatora. I obratno, za neko godišnje maksimalno opterećenje treba odabrati transformator čija je nominalna snaga za cca 23% veća od opterećenja.

Tražimo li optimalnu standardnu veličinu transformatora ili kako smo ga prije nazvali »ekonomični transformator« za neko opterećenje, treba upotrijebiti jednadžbe godišnjih troškova za standardne veličine transformatora i riješiti ih za zadano opterećenje. Rješenje se može postići i analitički i grafički. Ovaj zadnji način je pogodniji s obzirom na predočivanje i s obzirom na dovoljnu točnost. Uvrštavanjem konstanti K_1, K_2 i K_3 u izraze za godišnje troškove dobijemo niz krivulja predočenih kao primjer na sl. 12. Na slici je data i tabela sa pojasima opterećenja za koja su pojedine standardne veličine transformatora ekonomski opravdane. Dijagram je zbog usporedbe dat osim za standardne veličine transformatora tvornice »Rade Končar« i za ostale standardne veličine (na pr. za 125, 200 kVA i t. d.).



Sl. 12. Ekonomični transformatori 10/0,4 kV tvornice »Rade Končar« tip 3 TN_p za opterećenja od 49–159 kVA, Tm = 1000 h/god., cijene iza 1. VII. 1937. god.

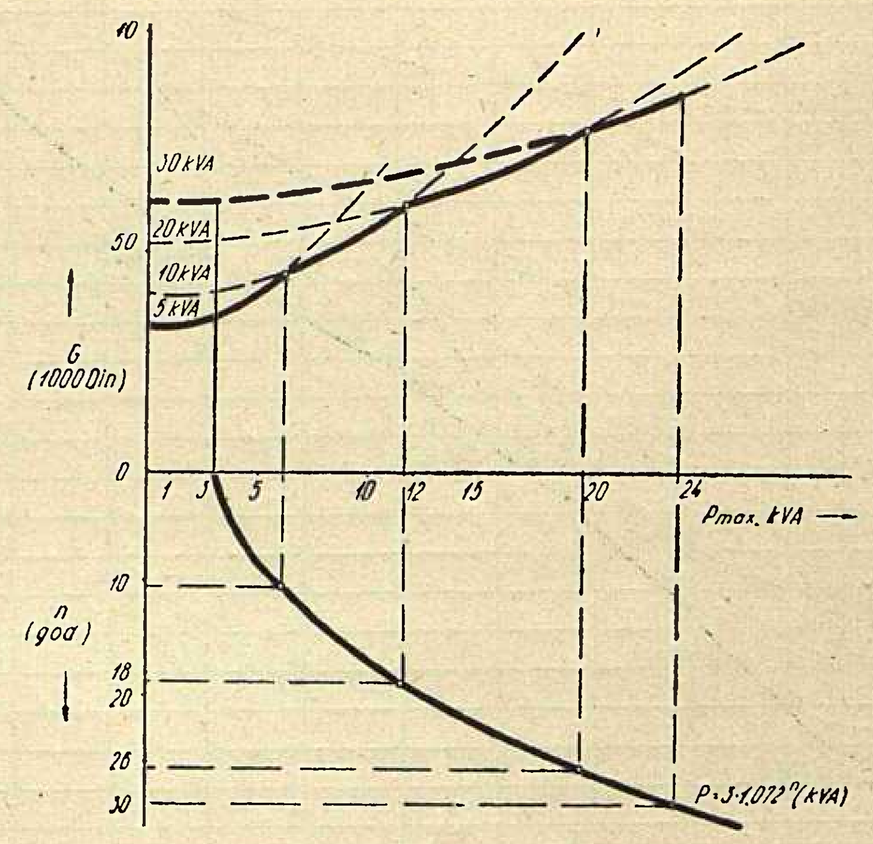
Promatranjem ovih dijagrama uočavaju se praznine u nizu standardnih veličina transformatora tvornice »Rade Končar«. Tako je na primjer, u nizu transformatora 10/0,4 kV, potrebno između jedinica od 50 i 100 kVA umetnuti jedinicu od 75 kVA, između jedinica od 100 i 250 kVA jedinicu od 160 kVA. Također je vidljivo da osim predloženih novih jedinica u standardnom nizu, za distribuciju nisu potrebne još neke nove jedinice, jer ne pridonašaju bitno u smanjenju godišnjih troškova transformacije. Iznimku čini jedinica od 500 kVA, 10/0,4 kV, čiji tok godišnjih troškova je također promatran. Za umetanje ove jedinice postoje i drugi razlozi, koji su izvan okvira ovog članka.

Primjeri

Primjer 1.

Jedno selo sa 60 domaćinstava priključuje se na distributivnu mrežu preko transformatora 10/0,4 kV. Početna potražnja sela iznaša 3 kVA. Očekuje se povećanje potražnje u iznosu od 7,2%, t. j. udvostručenje svake desete godine, tako da bi za 30 godina potražnja iznosila 8 × 3 = 24 kVA. Postavlja se pitanje, da li da se konzum ovako određen, napaja kroz 30 godina jednim transformatorom od 30 kVA, određenim dakle prema opterećenju na kraju određenog perioda, ili da se po ekonomskom kriteriju, prema porastu konzuma vrši izmjena transformatora: najprije se instalira 5 kVA, zatim 10, pa 20 i najzad 30 kVA?

U razmatranju su transformatori tvornice »Rade Končar« sa cijenom poslije 1. VII. 1957. g., tip 3 TN_p — T_m = 1000 h/god.
Dijagramima na sl. 13 ilustriran je primjer.
Iz dijagrama je vidljivo, da bi u slučaju izmjenjivanja transformatora, transformator 5 kVA bio u pogonu prvih 10 godina, transformator 10 kVA narednih 8 godina, a transofrmator od 20 kVA još daljnjih 8 godina, dok ne bi bio stavljen transformator od 30 kVA. Dakle tek 26 godina nakon priključka sela došlo bi do primjene transformatora od 30 kVA.



Sl. 13. Usporedba godišnjih troškova kod snabdijevanja potrošnje koja raste u toku 30 godina od 3 do 24 kVA s transformatorom 30 kVA, 10/0,4 kV, 3 TN_p odnosno s transformatorima 5. 10, 20 i 30 kVA.

Ako su godišnji troškovi za neki transformator izraženi jednadžbom:

$$G_1 = K_1 + K_2 \cdot P_n^{0,75} + K_3 \cdot P_n^{-1,25} \cdot P_1^2,$$

onda je suma godišnjih troškova u nizu godina (n) izražena jednadžbom:

$$G_n = n\left(K_1 + K_2 \cdot P_n^{0,75}\right) + K_3 \cdot P_n^{-1,25} \cdot P_1^2\left(q^{2n} - 1\right)/(q^2 - 1)$$

gdje je P_1 početno opterećenje koje raste po zakonu

$$P_{(n)} = P_1 (1 + p/100)^n = P_1 \cdot q^n .$$

Uvrštavajući konkretne vrijednosti dobiveni su iznosi godišnjih troškova:
Izmjenjujući transformatore prema dijagramu:

transformator	5 kVA	400.800.– Din
,,	10 kVA	409.600.– ,,
,,	20 kVA	534.800.– ,,
,,	30 kVA	330.600.– ,,
	Ukupno:	1,675.800.– ,,

Primijenivši transformator od 30 kVA u cijelom periodu:

Ukupno: 2,057.900.— Din
Razlika: 382.100.— Din

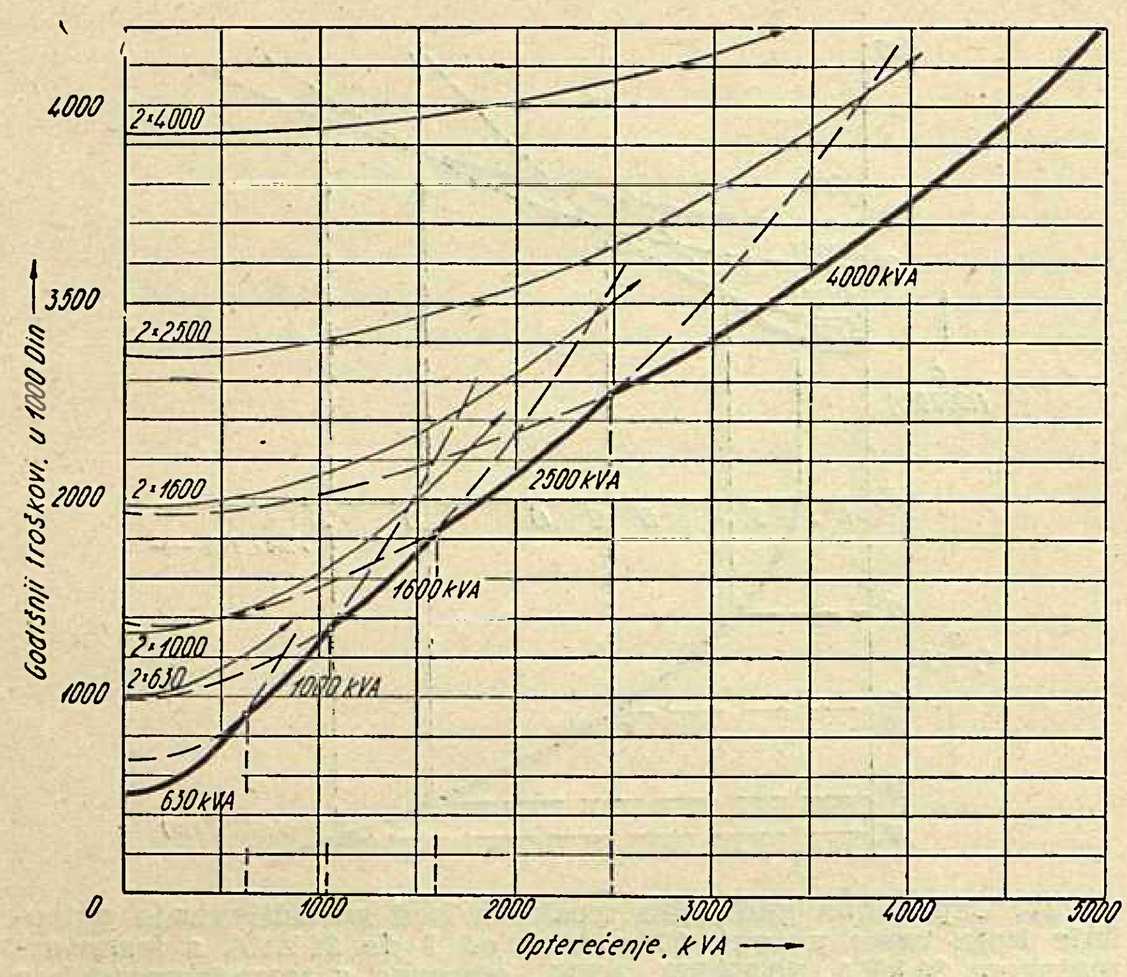
Razlika predstavlja cijenu transformatora 30 kVA, 10/0,4 kV tvornice »Rade Končar«.
Prema tome, smanjenje godišnjih troškova od cca 18% upućuje na izmjenu snage transformatora prema porastu konzuma.

Primjer 2.

U nekoj transformatorskoj stanici 30/10 kV u pokrajini, predviđeno je mjesto za dva transformatora 30/10 kV, kao i pripadni rasklopni uređaj.
Početni konzum iznaša 400 kVA, prema tome će u stanici za početak biti jedan transformator 630 kVA. Konzum će dalje rasti i u vezi toga transformatori će se izmjenjivati po redu kako slijedi:

1 × 630 kVA	t. j. ukupno	630 kVA
1 × 1000 kVA	,,	1000 kVA
2 × 630 kVA	,,	1260 kVA
1 × 1600 kVA	,,	1600 kVA
2 × 1000 kVA	,,	2000 kVA
1 × 2500 kVA	,,	2500 kVA
2 × 1600 kVA	,,	3200 kVA
1 × 4000 kVA	,,	4000 kVA
2 × 2500 kVA	,,	5000 kVA

i t. d.



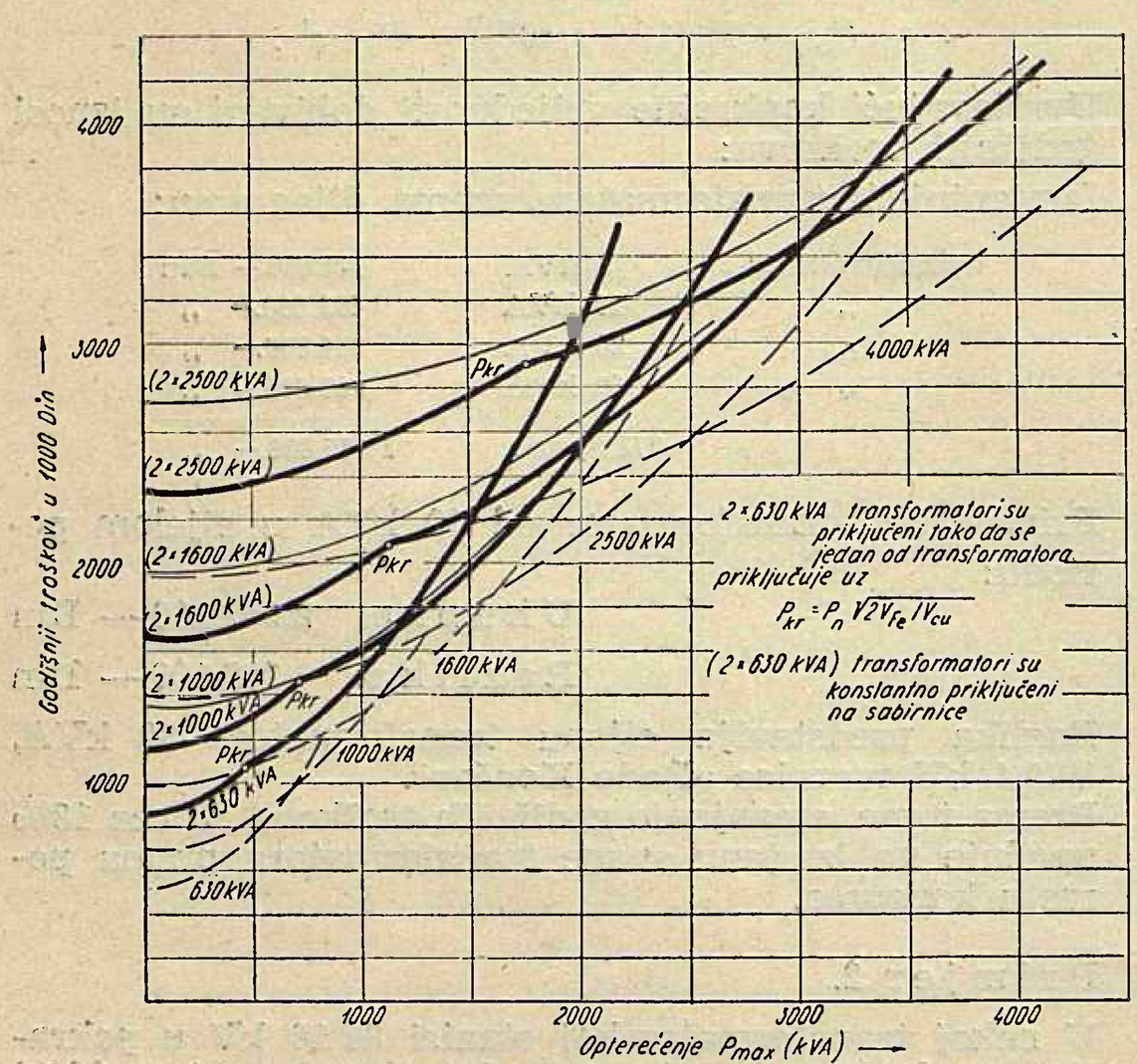
Sl. 14. Usporedba godišnjih troškova transformatora 30/10 kV u pojedinačnom i paralelnom radu u slučaju da su konstantno priključeni na sabirnice (transformatori tvornice R. Končar tip 3 TN_p, T_m = 300 h/god.)

Da li je gornji redoslijed izmjene transformatora ekonomski opravdan ako su

a) transformatori uvijek priključeni na sabirnice?

b) oba transformatora su u pogonu samo kada to zahtijeva kriterij u tč. A. 7., t. j. kada je

$$P_{max} = P_n \sqrt{2\, V_{Fe}/V_{Cu}}\,.$$



Sl. 15. Usporedba godišnjih troškova dvaju transformatora 30/10 kV (R. Končar, tip 3 TN_p) u paralelnom radu (u slučaju da se jedan od transformatora priključuje uz kriterij

$$P_{kr} = P_n \sqrt{2\, V_{Fe}/V_{Cu}}\,,$$

i u slučaju da su konstantno priključeni na sabirnice).

Transformatori su tvornice »Rade Končar«, tip 3 NT_n. Cijena iza 1. VII. 1957. g.; T_m = 3000 h/god.

ad a) U slučaju da su transformatori uvijek priključeni na sabirnice, dijagrami na sl. 14, pokazuju da ne dolazi u obzir, sa ekonomskog stanovišta, pogon sa dva transformatora. Pogon sa dva transformatora uzrokuje povećanje godišnjih troškova i do 15%.

ad b) U slučaju da se jedan od transformatora uključuje u pogon povremeno prema kriteriju

$$P_{kr} = P_n \sqrt{2\, V_{Fe}/V_{Cu}}$$

(vidi sliku 15), — pogon je ekonomičniji, ako se usporedi sa slučajem a). Inače, vidljivo je da ekonomičnost u slučaju pogona pod b) ne dolazi mnogo do izražaja poslije P_{kr}, odnosno, kada pogonska sigurnost zahtijeva da u stanici budu dva transformatora, a opterećenje nije prešlo P_{kr}, treba jednog od transformatora držati nepriključenog na sabirnice, a time se bitno smanjuju godišnji troškovi. Na sl. 15. dati su, zbog usporedbe, godišnji troškovi u slučaju jedne transformatorske jedinice i vidljivo je, da je taj slučaj rada transformatora najekonomičniji ne gledajući na pogonsku sigurnost.

C. ZAKLJUČAK

1. Provedena teoretska razmatranja pokazuju da se godišnji troškovi transformatora dadu izraziti jednadžbom. Uvjet za najmanje godišnje troškove dat je izrazom:

$$n_{ek} = P_{max}/P_n = 0{,}775 \cdot \sqrt{K_2/K_3}$$

Na taj način može se odrediti »ekonomska veličina transformatora«, odnosno »ekonomsko opterećenje«.

2. Na temelju jednadžbe godišnjih troškova, imajući u vidu praktičnu svrhu razmatranja, dade se odrediti »ekonomični transformator««, t. j. transformator iz niza standardnih veličina transformatora, koji uz zadanu godišnju krivulju opterećenja daje optimalne troškove eksploatacije.

3. Polazeći od jednadžbe godišnjih troškova, odnosno od uvjeta za minimalne godišnje troškove transformatora, mogu se promatrati transformatori u učvorenoj mreži, u radijalnoj mreži sa rastućim opterećenjem, transformatori u paralelnom radu i doći do korisnih zaključaka u pogledu eksploatacije.

4. Primjena teoretskih razmatranja na konkretne uslove naših distributivnih mreža i na transformatore tvornice »Rade Končar« pokazuje slijedeće:

a) Za transformator Tv. »Rade Končar« nabavljen po cijeni iza 1. VII. 1957. g. najekonomičnije je da bude opterećen maksimalnim godišnjim opterećenjem koje iznosi cca 81% od nominalne snage transformatora. Obratno, za neko godišnje maksimalno opterećenje treba odabrati transformator čija je nominalna snaga za cca 23% veća od opterećenja.

b) Za potrebe distributivnih mreža u kojima postoji tendenca porasta opterećenja, sadašnji niz transformatora 10/0,4 kV Tv. »Rade Končar« potrebno je dopuniti jedinicama: 75 kVA, 160 kVA, 500 kVA i eventualno 800 kVA.

c) Odabrani primjer pokazuje da izmjena transformatora u mreži sa rastućim opterećenjem, prema ekonomskom kriteriju, pruža znatne prednosti u pogledu ekonomičnosti pogona.

d) Drugi odabrani primjer pokazuje da primjena *jedne* transformatorske jedinice po stanici pruža znatne ekonomske prednosti pred primjenom dviju jedinica ukoliko nije u pitanju pogonska sigurnost. Ukoliko pogonska sigurnost zahtijeva primjenu dviju jedinica, onda je ekonomično da se jedna od jedinica priključuje tek onda, kada opterećenje naraste na

$$P_{kr} = P_n \cdot \sqrt{2\, V_{Fe}/V_{Cu}}\,.$$

Literatura

M. Balling, Ekonomična primjena naših distributivnih transformatora, Institut za elektroprivredu, Zagreb, studeni 1957.

CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE U JUGOSLAVIJI

Ing. Marijan Leskovar, Institut za elektroprivredu, Zagreb **621.31 : 658.8.03**

Prikazani su opći uslovi za razvoj elektroprivrede u Jugoslaviji, njen ostvareni razvoj od 1946. do 1956. i perspektive za budućnost. Dat je osvrt na nacionalizaciju elektroprivrede i iznesene su njene povoljne posljedice. Zatim je dat prikaz razvoja prodajnih cijena električne energije u nominalnim iznosima i u dinarima kupovne moći iz 1956. Ovi posljednji iznosi preračunati su u dolare po omjeru 600 din = 1 $. Izložena je jedinstvena tarifa uvedena 1957. Zatim je data struktura troškova proizvodnje električne energije u 1956., i izneseni su razlozi koji su omogućili opadanje realne prodajne cijene u razmatranom periodu od deset godina. Članak je prevedeni skraćeni tekst referata na kongresu u Liège-u, a s objavljivanjem se sporazumio organizator: Association Liégeoise d'Electricité, Liège.

A. UVOD

Cijena električne energije je ekonomska veličina sa vrlo izrazitom povezanošću sa drugim ekonomskim veličinama. Između ovih, naročito se ističu specifični volumen potrošnje električne energije po stanovniku, proizvodna cijena kWh, specifični nacionalni dohodak i stepen industrijske djelatnosti. Ove veličine izvršuju međusobno jedne na drugu i na cijenu električne energije i obratno, najintenzivnije utjecaje. Faktor vremena kod toga je također od upliva, jer on određuje stepen razvitka elektroprivrede. Ako bi negdje na svijetu postojalo ekonomsko područje, gdje bi cijene bile određene samo igrom ponude i potražnje, cijena kWh bi tamo u svakom času predstavljala momentanu točku ravnoteže između raznih gore spomenutih utjecaja. Treba napomenuti da, koliko smo mi informirani, svagdje na svijetu fiskalni, ekonomsko-zakonodavni i upravni propisi pomiču malo, na jednu ili na drugu stranu, cijenu električne energije od pomenute ravnoteže. Uprkos odstupanja koja mogu biti više ili manje značajna, ne može se razmatrati problematika cijene električne energije, a da se ne baci svijetlo na ostale ekonomske faktore, napose na one koje smo naveli kao najuplivnije u pogledu stvaranja te cijene. To ćemo načiniti na prvom mjestu, da bi se tek iza toga dali na obradu predmeta ovog izvještaja u užem smislu riječi. Mi ćemo tako, u prvom dijelu izvještaja, odrediti poziciju problema.

Ovaj izvještaj je redigiran u mjesecima prosincu 1957, i siječnju 1958.; prema tome, posljednji statistički podaci za cijelu godinu s kojima smo se mogli služiti, odnosili su se na godinu 1956. U tekstu osvrnuli smo se na nove propise iz 1957. i koliko je to bilo moguće i korisno, svratili smo našu pažnju i na najnovije propise.

Da bi uporedbe bile olakšane, mi ćemo u mnogo slučajeva novčane veličine izraziti u tri broja, u dinarima kupovne moći iz odnosne godine, u dinarima kupovne moći iz 1956., i u dolarima U. S. A.

Odnosi između prvih dvaju brojeva bit će postavljeni prema odnosnim omjerima indeksa cijena na malo, koji su objavljeni u Statističkom godišnjaku Jugoslavije — 1957. U daljnjem tekstu označit ćemo pridjevom »realna« svaku onu vrijednost, koja bude izražena u dinarima kupovne moći iz 1956., umjesto po nominali u dotičnoj godini.

Odnosi između dinara 1956. i dolara bit će postavljeni po zaokruženom kursu

600 dinara = 1 dolar U. S. A.,

koji predstavlja zaokruženu prosječnu vrijednost kupovnih moći ovih dviju moneta.

Potrebno je istaknuti odmah na početku, da je cijena električne energije sastavni dio opće politike cijena, u kojoj se odrazuju napori zemlje, kojima je cilj ostvarenje tehničkog i privrednog preporoda nacije.

Sistemom cijena u cjelini, pa stoga i cijenom električne energije

— djeluje se na raspodjelu narodnog proizvoda;
— vrši se određena politika akumulacije osnovnih sredstava;
— usmjerava se razvoj proizvodne opreme zemlje[1] i razvoj opće-društvenih potreba.

Jasno je, da se opći nivo cijena određuje tako, da se primicima od prodaje pokriju ukupni troškovi proizvodnje u mjerilu sveukupnog nacionalnog proizvoda. Razvoj usmjeren je sve to više prema ekonomskim cijenama za sve artikle.

B. POZICIJA PREDMETA

B. 1. Opći statistički podaci i osnovne informacije o Jugoslaviji iz 1956.

11. Teritorij i klima

Sa svojih 255.804 km² površine područje Jugoslavije je osam puta veće od područja Belgije.

12. Stanovništvo i gustoća stanovništva

Sa svojih 17,886 milijuna stanovnika krajem lipnja 1956., stanovništvo Jugoslavije je više nego dvostruko veće od stanovništva Belgije, sa četiri puta manjom gustoćom po km² (70 st/km²).

[1] U našoj terminologiji: »na razvoj proširenja reprodukcije«.

13. Nacionalni dohodak u 1955.:
1 398,3 milijarde dinara, t. j.
1 444,9 milijardi dinara sa kupovnom moći iz 1956., odnosno
2 408,2 milijuna dolara U.S.A., t. j. 136,2 dol./st.
Omjeri sa odnosnim veličinama za Belgiju su:
Četvrtina za ukupnu vrijednost nacionalnog dohotka, odnosno osmina za dohodak po stanovniku.
14. Socijalni sistem i društvena privreda
U 1956. godini 78% nacionalnog bruto-produkta ostvarile su društvene privredne organizacije; ovaj procenat je u porastu.

B. 2. Energetska situacija 1956. u Jugoslaviji

21. Energetski izvori

211. Čvrsta fosilna goriva: 7 milijardi tona ekvivalenta standardnog uglja, odnosno 57 000 milijardi kWh u energetskom ekvivalentu.
212. Tekuća fosilna goriva:
Ukupna vrijednost rezervi: A + B + C: 45 milijuna tona, t. j. energetski ekvivalent od 540 milijardi kWh.
213. Plinovita fosilna goriva:
Ukupan iznos rezervi: A + B + C: 14 milijardi m^3, t. j. energetski ekvivalent od 134 milijardi kWh.
214. Vodne snage:
Neto-potencijal vodnih snaga Jugoslavije procijenjen je na 66 milijardi kWh godišnje proizvodnje u prosječnoj hidrauličkoj godini, sa snagom od 17 000 MW. Raspodjela po klimatskim zonama je ova:

Klimatska zona	Godišnja proizvodnja, TWh	Zimska proizvodnja u % od god. proizvodnje
(1) sredozemna	21	60
(2) kontinentalna	32	54
(3) prijelazna (Dunav)	6	45
(4) alpska	7	36
Ukupno	66 TWh/god.	54%

Neto-potencijal vodnih snaga predstavlja energiju od 3690 kWh/god. po sadanjem stanovniku (iz 1956).
215. Sveukupno, izvori energije u fosilnim nalazištima goriva Jugoslavije iznose 58 000 milijardi kWh u energetskom ekvivalentu.
Tomu treba pridodati godišnju energiju:

	Milijardi kWh
od vodnih snaga (od neto-potencijala)	66
od gorivog drveta	61
od poljoprivrednih otpadaka	7
Ukupno:	134 milijarde kWh/god.

216. Nalazišta urana i torija:
Jugoslavija posjeduje osim gornjega značajne rezerve rudača fisijskog materijala, štaviše i pehblende. Odnosni podaci nisu do danas objavljeni, jer su istraživanja još u toku.
22. Proizvodnja i potrošnja primarne energije, ukupno i po stanovniku u 1956.
Ukupna proizvodnja primarne energije, uključivši ovdje i energiju iz vodnih snaga, iznosila je 1956. u energetskom ekvivalentu izraženom u kWh 142 milijarde kWh, t. j. 8000 kWh po stanovniku.
Sa viškom uvoza nad izvozom, gornja količina se podiže na 160 milijardi kWh, t. j. na 8900 kWh/st. kao količina energije stavljena na raspoloženje narodu. Potrošnja bila je za 0,3% manja.

B. 3. Elektroprivreda u 1956.

31. Evo podataka o proizvodnji električne energije u 1956.:

	Proizvodnja na stezaljkama generatora, TWh					
	ukupna		hidraulička		termička	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%
ukupna:	5,047	100	2,869	56,8	2,169	43,2
javne elektrane	4,181	82,9	2,718	53,8	1,463	29,1
industrijske elektrane	0,866	17,1	0,151	3,0	0,715	14,1

32. Ukupni gubici u prijenosu i u razvodu, u 1956.:
12,3% od proizvodnje na pragu elektrana.
33. Ukupna potrošnja i potrošnja po stanovniku u 1956.:
4, 280 TWh, t. j. 239 kWh/st.
34. Instalirana snaga u 1956.:

ukupna	:	1 262 MW — 100%
hidro	:	650 MW — 52%
termo	:	611 MW — 48%

35. Instalirani kW po stanovniku i po km^2 teritorija u 1956.:
specifična instalirana snaga: 0,07 kW/st.
odnosno 4,93 kW/km^2 teritorije
Gustoća potrošnje: 16 660 kWh/km^2
36. Dužina dalekovoda 220 kV, 110 kV i 30—35 kV:

220 i 110 kV	:	oko 3 600 km,
30 — 35 kV	:	oko 8 800 km,
		12 400 km t. j.

0,5 km dalekovoda 220, 110 i 30/35 kV po km teritorije.
37. Izgrađeni procent neto-potencijala vodnih snaga: 4,4%.

B. 4. Razvoj od kraja rata i razvojna tendencija za budućnost:

41. Demografski razvoj:
Godišnji prirast stanovništva Jugoslavije držao se dugo oko 15‰.
42. Ukupni nacionalni dohodak:
Od 1952. do 1955. ukupni nacionalni dohodak Jugoslavije napredovao je sa prosječnom godišnjom stopom porasta od 12% u realnoj vrijednosti.
43. Potrošnja primarne energije:
Prosječan godišnji porast potrošnje primarne energije u Jugoslaviji u periodu od 1952. do 1956. bio je 5,18%.
44. Proizvodnja električne energije
Uzmemo li udvostručenje proizvodnje električne energije tokom deset godina kao kriterij za normalan razvoj, tada izlazi, da je Jugoslavija u godini 1954. nadoknadila zaostatak izazvan ratom.

Godišnji porast proizvodnje električne energije u Jugoslaviji od 1952. do 1956. bio je 16,9%. Tendencija u tom intervalu bila je prema povišenju tog godišnjeg porasta, koji je dostigao vrijednost od 21% u razdoblju od 1954. do 1956. Predviđa se opadanje ove stope u bliskoj budućnosti, ali se računa s time da će razvoj realnog konzuma električne energije ostati još vrlo dugo viši negoli po zakonu desetgodišnjeg udvostručenja, i to kroz više desetaka godina, — ako se ne osvrćemo na prolazne fluktuacije, koje su uvijek moguće.

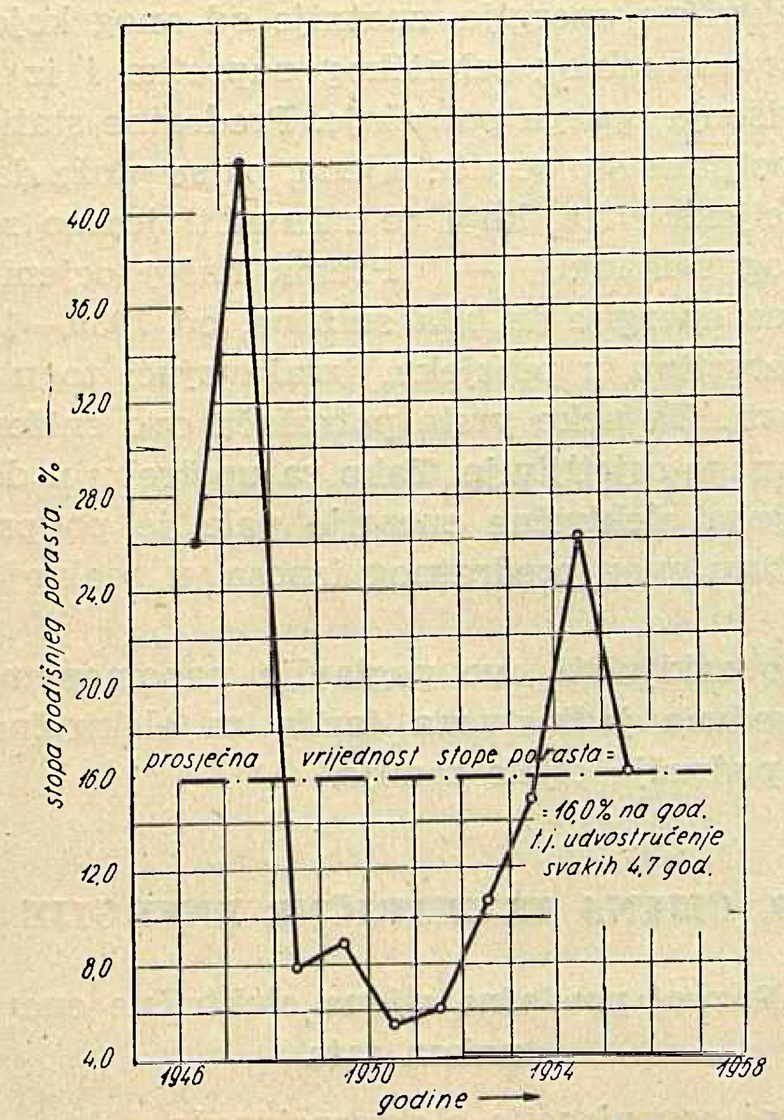
Razvoj proizvodnje električnne energije u Jugoslaviji od 1946.—1956.

Tablica 1 (točka B. 44.)

Godina	Proizvodnja na stezaljkama generatora GWh	Indeks za ostvareni razvoj	Indeks za razvoj po zakonu udvostručenja tokom desetljeća	Stopa godišnjeg porasta za ostvareni razvoj %/god.
0	1	2	3	4
1946.	1 150	100	100	26,0
1947.	1 453	126	107	42,0
1948.	2 061	179	115	7,9
1949.	2 214	193	123	8,9
1950.	2 408	210	132	5,5
1951.	2 550	222	141	6,0
1952.	2 700	235	152	10,7
1953.	2 982	260	162	15,0
1954.	3 440	299	174	26,3
1955.	4 340	378	187	16,1
1956.	5 047	439	200	
			prosjek:	16,0

t. j. udvostručenje svakih 4,7 god.

Razvoj stope godišnjeg porasta proizvodnje električne energije prikazan je na slici 1.



Sl. 1. Stope godišnjeg porasta proizvodnje električne energije u Jugoslaviji, na stezaljkama generatora, od 1946. do 1956. god.

Vidi se da stopa porasta varira vrlo jako od godine do godine. Ove varijacije i opći oblik linije koja predstavlja efektivni razvoj ove stope, mogu se tumačiti slijedećim činjenicama:

a) Varijacijama hidrauličnosti;

b) U 1948. neizvršenje nekoliko porudžbina predatih inostranstvu, za dobavu teške elektro-mašinske opreme. U 1952. nove tvornice teške opreme za elektrane, koje su podignute u zemlji, počele su da vrše masovne dobave.

Drugi razlozi za ove varijacije bili su od sekundarnog značaja.

45. Indeksi industrijske proizvodnje

Industrijska proizvodnja porasla je od 1952. do 1956. za 46,6%, t. j. rasla je sa prosječnim godišnjim porastom od 14,5%.

B. 5. Rezime i zaključci za poglavlje B

51. Brzi porast brojnog stanja stanovništva Jugoslavije sili ovu naciju da poveća svoju proizvodnju, da nauči proizvoditi mnogo, dobro i jeftino.

Jugoslavija je nerazvijena zemlja, sa težnjom da napreduje prema mjestu koje odgovara ovoj zemlji i tom narodu po njihovim sredstvima i sposobnostima.

52. Predviđene razvojne tendencije u industriji.

Elektroprivreda se razvija u Jugoslaviji velikim koracima, dok se ostale industrije razvijaju manjom brzinom, koja je, još uvijek, mnogo viša od tempa odgovarajućih napredaka ostvarenih u industrijski razvijenim zemljama.

Razvoj elektroprivrede usko je povezan sa razvojem ostalih grana industrije, i u njem se odrazuje opća težnja da se što brže i što potpunije elektrificiraju gradovi i sela, u granicama društvenih mogućnosti. Razvoj elektroprivrede i razvoj ostalih grana industrije regulirani su proporcijama određenim planovima za harmonični napredak na svim područjima društvene djelatnosti, sa privrednog i s ostalih sektora aktivnosti u Jugoslaviji.

Društveni plan privrednog razvitka Jugoslavije od 1957. do 1961. predviđa za ovo razdoblje:

a) prosječni porast

— proizvodnje električne energije za 13% godišnje;

— industrijske proizvodnje za 11% godišnje;

b) neto investicije za produktivnu opremu zemlje, čija relativna veličina će opadati od godine do godine, od 21,1% u 1957. na 19,1% od nacionalnog neto-dohotka u 1961.

53. Razvojne tendencije koje se predviđaju u načinu upravljanja društvenom privredom

Poslije rata cijene su određivane administrativnim putem u cilju da se isprave laganim načinom neke disproporcije, ali su se udaljavale sve više i više od stvarnih odnosa između ekonomskih vrijednosti. Takove cijene nisu više predstavljale sigurnu osnovicu za ekonomske kalkulacije, kojima se želi odrediti, kako najbolje iskoristiti raspoloživa sredstva proizvodnje. Taj sistem cijena održao se je do 1951. godine. Nakon toga Jugoslavija se zaputila u smjeru progresivnog prijelaza na sistem nazvan sistemom ekonomskih cijena, t. j. prema cijenama u kojima se odrazuju ekonomske stvarnosti.

Nakon što je socijalistička revolucija postigla poslije rata jedan od svojih polaznih ciljeva nacionalizacijom

velikih privatnih poduzeća, upravljanje ovim poduzećima bilo je predato javnoj administraciji. 1952. upravljanje ovim poduzećima predano je, u velikoj većini slučajeva, radničkim savjetima; prijelaz se je vršio, dakle, sa upravljanja po administrativnim vlastima na sistem kolektivnog upravljanja. Od tog vremena razvojna tendencija u zakonodavstvu usmjerena je prema sve većoj samostalnosti u upravljanju privrednim poduzećima. Napredak u tom smjeru bio je jedan od osnovnih principa koje su držali u vidu planeri kod izrade sadanjeg petogodišnjeg društvenog plana Jugoslavije.

* * *

Time smo prikazali ekonomski okvir u koji pada naš predmet, t. j. razvoj cijene električne energije.

C. NACIONALIZACIJA

C. 1. Modaliteti statuta nacionalizacije elektroprivrednih poduzeća

Neposredno nakon svršetka rata 1939.—1945., bila su nacionalizirana sva poduzeća koja su vršila javnu službu podavanja električne energije. U slučajevima industrijskih poduzeća koja su vršila javnu službu snabdijevanja električnom energijom u vidu sporedne aktivnosti ili u vidu aktivnosti pridružene drugim područjima djelatnosti, koja su također često spadala u javnu službu, kao vodovodi, plinare i druge službe javnosti, — pristupalo se razgraničenju i podjeli.

Upravni postupak nacionalizacije bio je dovršen 1946. God. 1952. bilo je predato radničkim savjetima upravljanje elektroprivrednim poduzećima, kao i svim ostalim nacionaliziranim industrijskim poduzećima. Radnički savjeti vrše to upravljanje pod državnom kontrolom.

C. 2. Utjecaj nacionalizacije na elektroprivredu

Ma da je u Jugoslaviji prije drugog svjetskog rata postojao Savez elektroprivrednih poduzeća, koordinacija te jedinstvo u pogledima i u ciljevima nisu bili na visini interesa ove industrije uzete kao jedne cjeline, a još manje na visini interesa javne posluge. Utjecaj nacionalizacije na cijenu elektrike odrazio se u više aspekata:

21. Učinkom unifikacije u općim linijama upravljanja

Organizacija elektroprivrede proživjela je više izmjena od vremena nacionalizacije, prema općem razvoju ekonomske politike zemlje. Međutim uvijek, kroz sve te promjene, ona je zadržala dovoljno jedinstvo, da bi mogla izložiti na pravom mjestu svoje potrebe kao jednu cjelinu, i da bi mogla djelovati u cilju zadovoljenja tih potreba, bilo što se tiče sredstava za znatne investicije koje su omogućile izvanredan napredak elektroprivrede postignut dosada, bilo u predmetu dobavljanja opreme po nacionalnoj industriji. Tako je na nastojanje elektroprivrede, kojom je u to vrijeme upravljalo Savezno ministarstvo elektroprivrede, došlo do osnivanja odnosno proširivanja dviju industrija teške električne opreme i vodnih turbina u 1948., a kasnije, do razvitka tvornice parnih turbina.

22. Učinkom unifikacije i normalizacije tehničkih rješenja

Od kaleidoskopske raznovrsnosti koja je vladala prije nacionalizacije na polju napetosti i frekvencije, uspjelo se prijeći do danas na seriju standardiziranih napona pod jednom frekvencijom od 50 Hz. (Standardizirana serija napona: (380 kV), 220 kV, 110 kV, 30(35) kV, 10 kV i 380 V/220V. - U redu napona 30 kV, ispitni naponi su jednaki za sav materijal, za bilo koji dio zemlje da je određen, ali se ta oprema drži u pogonu pod 30 kV na zapadu zemlje, a pod 35 kV na istoku zemlje. — Dosta rasprostranjena mreža za razvod pod 21 kV još je u pogonu).

Direktno uzemljenje zvjezdišta propisano je za 220 kV. Kod 110 kV zapadni dio države upotrebljava kompenzirano uzemljenje, a istok upotrebljava direktno uzemljenje kod 110 kV. Upravo se sada pristupa tehničkom prilagođivanju susjednih mreža koje pripadaju ovim dvam sistemima, za povezani pogon. — U budućnosti, uvest će se progresivno, direktno uzemljenje zvjezdišta 110 kV na cijelom području države. Kompenzacija zemnih struja primjenjuje se u cijeloj zemlji na mrežama 30 kV.

Sporazumno između elektroprivrede i električne industrije ograničen broj tipova odabran je za tešku opremu i za razne električne aparate.

I t. d., i t. d.

23. Kao posljedica napretka u studijama i istraživanjima.

Nikakav specijalizirani centar za studije i istraživanja za napredak na polju elektroprivrede nije postojao u Jugoslaviji prije nacionalizacije. Tri specijalizirana instituta rade danas na tom polju djelatnosti, zaposlujući oko 200 osoba, od čega su skoro polovica stručnjaci sa visokom kvalifikacijom.

24. Brojčana procjena

Sve izložene mjere i dostignuća koje smo gore naveli, imale su za nesumnjivu posljedicu znatno sniženje cijene električne energije, znatnije od onog koje bi slijedilo iz normalnog tehničkog napretka i iz normalnog povišenja opsega potrošnje. Predratne statistike su vrlo nepotpune što se tiče cijena, pa se može dati samo orijentacijska cifra, koja će naznačiti jedino red veličine ovog sniženja. — Prema našoj ocjeni, cijena električne energije je bila snižena, od 1939.—1956., na jednu četvrtinu u prosjeku, izražavajući to u realnoj vrijednosti. Za neke vrste potrošača ovo sniženje bilo je još mnogo osjetljivije. Tako za upotrebu u domaćinstvu, cijena električne energije pala je po prilici na dvadesetinu svog predratnog iznosa, u realnoj vrijednosti.

Mi ćemo zaključiti ovo poglavlje napomenom, da je 1957. uvedena jedinstvena tarifa za električnu energiju na području cijele zemlje.

D. CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE

D. 1. Razvoj prodajne cijene električne energije nakon rata

10. Razvoj organizacije elektroprivrede

Poslijeratni period od dvanaest godina bio je vrlo dinamičan. Organizacija elektroprivrede razvijala se u tom razdoblju kroz pet izmjena organizacione šeme, i to:

10. 1. Period obnove ratom oštećenih postrojenja i opreme, od 1945. do 1946.
Vrhovna uprava elektroprivrede ležala je u rukama šest Republičkih ministarstava industrije, sa koordinacijom po Saveznom ministarstvu industrije.
To je ujedno period za kojeg su vršene pripreme za Petogodišnji plan.

10. 2. U periodu od 1947. do 1949. za organizaciju elektroprivrede bila je karakteristična: potpuna centralizacija. Ovom je granom privrede upravljalo Savezno ministarstvo elektroprivrede za cijelo područje države. Četiri upravljane organizacione jedinice djelovale su na terenu, na područjima koja se nisu podudarala sa teritorijima federativnih Republika.

10. 3. Od 1950. do 1952. uprava je bila decentralizirana. Nosioci uprave bila su:
— republička ministarstva, pod čiju nadležnost su potpadale i druge grane djelatnosti,
— republičke glavne direkcije za elektroprivredu.

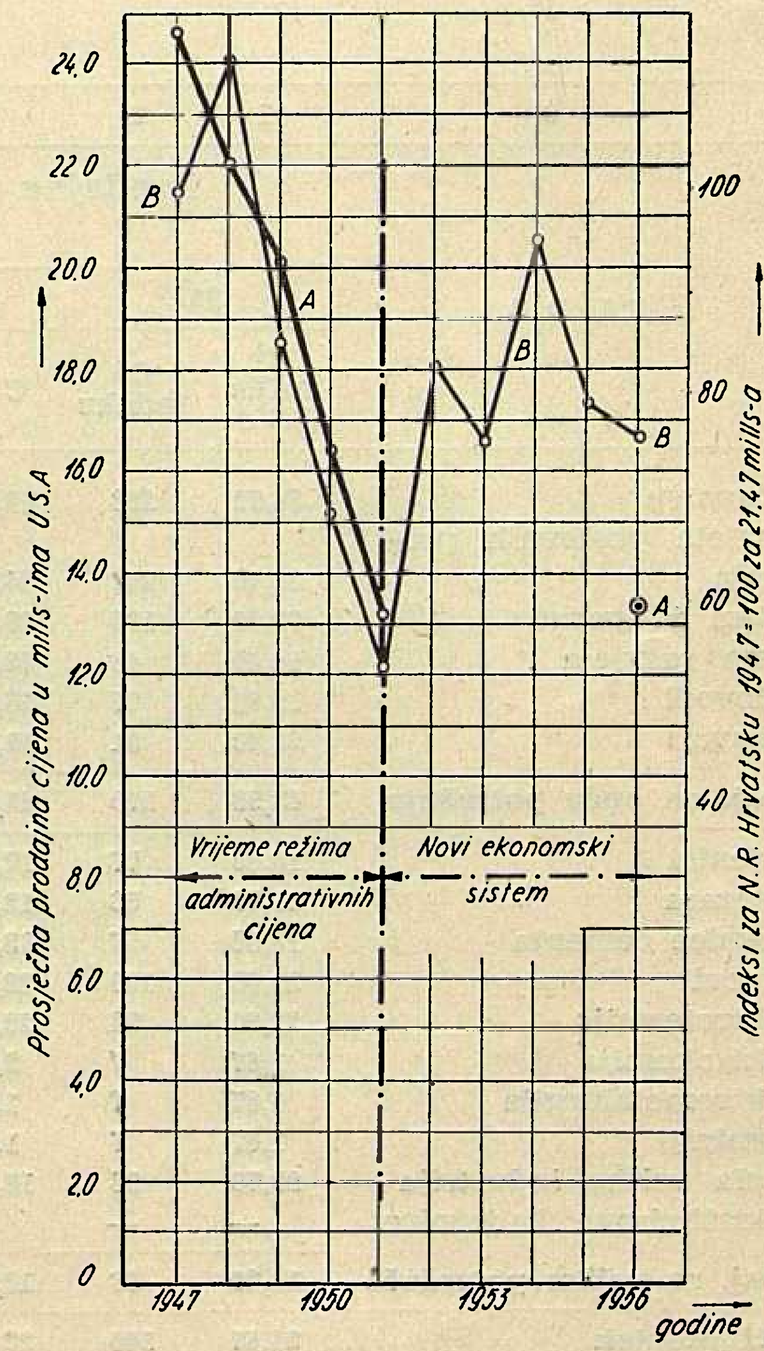
10. 4. U periodu od 1953. do 1957. glavnu značajku organnizacije čini radničko upravljanje poduzećima. Elektroprivredna poduzeća grupirala su se u šest republičkih Zajednica, — a ove su 1955. osnovale Zajednicu jugoslavenske elektroprivrede.

10. 5. Od početka 1958., organizacija karakterizirana je s jedne strane radničkim upravljanjem elektroprivrednih poduzeća, kao što je to bilo i ranije, a s druge strane, društvenim upravljanjem, koje su dobile republičke Zajednice i Zajednica jugoslavenske elektroprivrede. Pod nazivom »društveno upravljanje« podrazumijeva se vođenje poslova vršeno po upravnom odboru koji sačinjavaju predstavnici radnika i namještenika iz kolektiva, te i predstavnici ostalih društvenih organizacija, kao što su: sindikat i industrijska komora. U upravnom odboru zasijedaju, osim toga, od strane države i komuna imenovane ličnosti. — Pored toga, potrebno je navesti, kao daljnju karakteristiku nove organizacije, potpuno ekonomsko odvajanje razvoda s jedne strane od proizvodnje i prijenosa električne energije s druge strane.
Ovaj razvoj odrazio se u tarifnoj politici.

11. Sistemi određivanja tarifa
Nova Jugoslavija naslijedila je sistem administrativno oblikovanih cijena, koje su se sve više i više udaljivale od ekonomske stvarnosti. Na pr. u sistemu »administrativnih cijena«, odredila bi se tarifa električne energije za kućansku upotrebu, imajući u vidu nivo elektrifikacije kućanstava koji se željelo omogućiti kod dohodaka osiguranih tim kućanstvima; na isti način za cementnu industriju cijena je bila određena tako, da bi vlastita cijena koštanja cementa bila sposobna za konkurenciju na međunarodnom tržištu, pa ma da bi prodajna cijena električne eneroije po toj tarifi bila niža od vlastite cijene koštanja odnosne posluge: time izazvana razlika u primicima elektroprivrede izravnala bi se u takvim slučajevima povišenjem tarife za druge industrije, koje su mogle podnositi ovakovo povišenje bez poteškoća. Iako se nisu potpuno odvojile od ekonomskih stvarnosti, administrativne cijene nisu više predstavljale, u 1951., sigurnu i točnu osnovicu za ekonomske kalkulacije, kao na pr. za dimenzioniranje u izgradnji hidroelektrana, i za rješavanje drugih sličnih zadataka.

Godine 1952. krenulo se putem progresivnog uvođenja »ekonomskih cijena«, t. j. cijena koje se približuju, koliko je moguće, cijenama koje bi se formirale na slobodnom i obilnom tržištu sa velikim brojem konkurentskih ponuđača, i to igrom ponude i potražnje. Imamo, dakle, od 1952. dalje, režim »korigiranih cijena« po novom ekonomskom sistemu u Jugoslaviji. Tek 1957. ostvarena je skoro potpuna interkoneksija republikanskih mreža. Jedino još teritorij Republike Makedonije nije povezan sa elektroenergetskim sistemom koji poslužuje potrošače pet ostalih saveznih republika. Do 1957., posebne tarife važile su na raznim energetskim teritorijima zemlje, teritorijima koji nisu u svako vrijeme bili identični sa područjima pojedinih republika. Dosada su sređene statistike za razvoj prodajne cijene električne energije za cijelu zemlju do god. 1951., a za tri republike, i to za Sloveniju na zapadu, sa elektrifikacijom koja je najviše napredovala, i sa najnižim cijenama, za Hrvatsku, i za Srbiju, — do 1955. Što se tiče tarifa električne energije, Hrvatska se smještava između dviju ostalih pomenutih republika, pa ćemo zato iznijeti razvoj tarifa na tom teritoriju paralelno sa razvojem u cijeloj zemlji.

12. Administrativne cijene od 1947.—1951., i korigirane cijene po novom ekonomskom sistemu, od 1952. do 1955.
Mi ćemo prikazati razmatrani razvoj u dvije tablice. Prva tablica dat će nominalne cijene u dinarima za svaku godinu, i te iste cijene izražene u dinarima sa kupovnom moći iz 1956. Druga tablica dat će podatke o tim istim cijenama izražene u mills-ima U. S. A., te će sadržati osim toga indeksne brojeve, sa vrijednošću 100 za god. 1947. — Dvije tablice za cijelu Jugoslaviju pokrit će razdoblje od 1947. do 1951., i u njima će biti data jedna vrijednost za 1956. Druge dvije tablice dat



Sl. 2. Prosječna prodajna cijena kWh: A — za cijelu Jugoslaviju, B — za NR Hrvatsku.

će istovrsne indikacije za Republiku Hrvatsku, a pokrivat će razdoblje ond 1947. do 1955. (1956).

Bacimo samo pogled na sl. 2. Kroz promjene ekonomskog sistema i unatoč prolaznih odstupanja, jasno se može naslutiti opća razvojna tendencija karakterizirana opadanjem prodajne cijene kWh sa godišnjom prosječnom stopom opadanja

2,8% godišnje u prosjeku između 1947. i 1956. za realnu cijenu električne energije u Hrvatskoj.

Tablica 2 (točka D. 12.)

Broj reda	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Grupa	*Prodajne cijene kilovatsata u prosjeku za cijelu FNRJ »administrativne cijene«*										FNRJ »korigirane cijene«	
		1947.		1948.		1949.		1950.		1951.		1956.	
		A[1] D (1947.)	B[2] D (1956.)	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	1. Kućanstva	4,94	32,80	4,92	29,60	4,31	29,90	4,31	24,40	4,31	19,60		
2	2. Rasvjeta poslovnih prostorija	6,27	41,60	6,43	38,60	5,96	41,40	5,96	33,80	5,96	27,10		
3	3. Motori i aparati	3,01	20,00	2,86	17,20	3,07	21,30	3,07	17,40	3,07	14,00		
4	4. Javna rasvjeta	0,96	6,37	1,90	14,20	1,87	13,00	1,87	10,60	1,87	8,50		
5	5. Vodovodi	1,71	11,36	1,61	9,66	1,51	10,50	1,51	8,56	1,51	6,87		
6	6. Tramvaji	2,03	13,48	1,96	11,80	1,98	13,80	1,98	11,20	1,98	9,00		
	Prosj. za opću potrošnju	**3,97**	**26,36**	**4,10**	**24,64**	**4,31**	**29,91**	**4,31**	**24,44**	**4,31**	**19,61**		
8	7. Ugljenici	1,71	11,35	1,75	10,50	1,79	12,40	1,79	10,20	1,79	8,14		
9	8. Željezare	1,24	8,23	1,22	7,33	1,21	8,40	1,21	6,85	1,21	5,50		
10	9. Tvornice cementa	1,26	8,36	1,31	7,86	1,18	8,20	1,18	6,70	1,18	5,37		
11	10. Mlinovi	2,22	14,75	2,22	13,30	2,22	15,40	2,22	12,60	2,22	10,10		
12	11. Elektrotermija	2,10	13,95	2,00	12,00	1,40	9,72	1,40	7,94	1,40	6,36		
13	12. Elektrokemija	0,15	1,00	0,20	1,20	0,16	1,11	0,16	0,91	0,16	0,73		
14	13. Elektrometalurgija	0,15	1,00	0,15	0,91	0,15	1,04	0,15	0,85	0,15	0,68		
15	14. Aluminij	0,15	1,00	0,15	0,91	0,15	1,04	0,15	0,85	0,15	0,68		
16	15. Ostala velika industrija	2,14	14,21	1,95	11,70	1,78	12,40	1,78	10,10	1,78	8,10		
17	16. Elektrificirane željeznice	—	—	—	—	0,45	3,12	0,45	2,55	0,45	2,05		
18	**Prosj. za velike potrošače**	**1,29**	**8,57**	**1,25**	**7,51**	**1,21**	**8,40**	**1,21**	**6,86**	**1,21**	**5,51**		
19	**Opći prosjek**	**2,22**	**14,74**	**2,20**	**13,22**	**1,74**	**12,08**	**1,74**	**9,87**	**1,74**	**7,92**	**7,99**	**7,99**

[1] A – u dinarima dotične godine; [2] B – u dinarima kupovne moći iz 1956.

Tablica 2a (točka D. 12.)

Broj reda	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Grupa	*Prodajne cijene kilovatsata u prosjeku za cijelu FNRJ »administrativne cijene«*										FNRJ »korigirane cijene«	
		1947.		1948.		1949.		1950.		1951.		1956.	
		C[3] mills U.S.A.	D[4] indeks	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
1	1. Kućanstva	54,70	223	49,30	201	49,80	202	40,60	165	32,60	133		
2	2. Rasvjeta poslovnih prostorija	69,40	282	64,30	262	69,00	281	56,40	229	45,10	184		
3	3. Motori i aparati	33,30	136	28,60	117	35,50	144	29,00	118	23,30	95		
4	4. Javna rasvjeta	10,60	43	23,60	96	21,60	88	17,70	72	14,20	58		
5	5. Vodovodi	18,90	77	16,10	66	17,50	71	14,30	58	11,50	47		
6	6. Tramvaji	22,40	91	19,70	80	23,00	94	18,70	76	15,00	61		
7	**Prosj. za opću potrošnju**	**43,93**	**179**	**41,07**	**167**	**49,85**	**203**	**40,73**	**166**	**32,68**	**133**		
8	7. Ugljenici	18,90	77	17,50	71	20,60	84	17,00	69	13,60	55		
9	8. Željezara	13,70	56	12,20	50	14,00	57	11,40	46	9,17	37		
10	9. Tvornice cementa	13,90	57	13,10	53	13,70	56	11,20	46	8,95	36		
11	10. Mlinovi	24,60	100	22,20	90	25,60	108	21,00	85	16,80	68		
12	11. Elektrotermija	23,20	94	20,00	81	16,20	66	13,20	54	10,60	43		
13	12. Elektrokemija	1,67	7	2,00	8	1,85	8	1,52	6	1,22	5		
14	13. Elektrometalurgija	1,67	7	1,52	6	1,73	7	1,42	6	1,13	5		
15	14. Aluminij	1,67	7	1,52	6	1,73	7	1,42	6	1,13	5		
16	15. Ostala velika industrija	23,70	96	19,50	78	20,60	84	16,00	68	13,50	55		
17	16. Elektrificirane željeznice	—	—	—	—	5,20	21	4,25	17	3,41	14		
18	**Prosj. za velike potrošače**	**14,20**	**58**	**12,52**	**51**	**14,00**	**57**	**11,43**	**47**	**9,18**	**37**		
19	**Opći prosjek**	**24,57**	**100**	**22,03**	**90**	**20,13**	**82**	**16,45**	**67**	**13,20**	**54**	**13,31**	**54**

[3] C – u mills – ima U. S. A.; [4] D – indeks 1947. = 100 za opći prosjek (24,57 mills-a = 100)

Tablica 3 (točka D-12)

Broj reda	Grupa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Prodajne cijene kilovatsata u prosjeku za područje N. R. Hrvatske																			
		»administrativne cijene«										»korigirane cijene« po novom ekonomskom sistemu									
		1947.		1948.		1949.		1950.		1951.		1952.		1953.		1954.		1955.		1956.	
		A[1] din (1947.)	B[1] din (1956.)	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	1. Kućanstva	4,35	28,90	4,43	33,30	4,27	29,60	4,27	24,20	4,27	19,40	9,69	12,20	7,00	8,00	4,82	5,64	4,57	4,75		
2	2. Rasvjeta poslovnih prostorija	7,53	50,00	7,70	57,90	6,38	44,30	6,38	36,20	6,38	29,00	28,33	35,50	27,52	31,40	32,18	37,60	30,87	32,10		
3	3. Motori i aparati	2,96	19,70	2,50	18,80	3,20	22,20	3,20	18,10	3,20	15,00	20,41	25,00	22,06	25,20	20,92	24,40	17,55	18,30		
4	4. Javna rasvjeta	—	—	1,50	11,30	1,80	12,50	1,80	10,20	1,80	8,18	12,00	15,00	12,00	13,70	12,73	14,90	13,00	13,50		
5	5. Vodovodi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,93	9,94	8,00	9,14	8,00	9,35	8,00	8,32		
6	6. Tramvaji i trolejbusi	2,09	13,90	1,95	14,70	1,93	13,40	1,93	10,90	1,93	8,32	12,00	15,00	12,00	13,70	12,00	14,00	12,00	12,50		
7																					
8	7. Ugljenici	2,90	19,30	1,95	14,70	1,95	13,50	1,95	11,10	1,95	8,87	13,00	16,30	13,50	15,40	14,02	16,40	13,50	14,00		
9	8. Željezare	2,90	19,30	1,95	14,70	1,95	13,50	1,95	11,10	1,95	8,87	13,00	16,30	13,50	15,40	14,02	16,40	13,50	14,00		
10	9. Tvornice cementa	1,08	7,17	1,15	8,64	1,02	7,08	1,02	5,78	1,02	4,64	10,00	12,50	10,00	11,40	13,26	15,50	15,25	15,90		
11	10. Mlinovi	2,94	19,50	1,90	14,30	1,90	13,20	1,90	10,80	1,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
12	11. Elektrotermija	2,10	14,00	1,40	10,50	1,40	9,71	1,40	7,93	1,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
13	12. Elektrokemija (kalcijev karbid)	0,10	0,66	0,10	0,76	0,10	0,69	0,10	0,57	0,10	0,46	0,60	2,00	1,74	1,99	1,60	1,87	1,80	1,87		
14	13. Elektrometalurgija	0,15	1,00	0,15	1,13	0,15	1,04	0,15	0,85	0,15	0,68	3,15	3,95	3,15	3,60	3,75	4,38	4,03	4,19		
15	14. Aluminij	0,15	1,00	0,15	1,13	0,15	1,04	0,15	0,85	0,15	0,68	1,60	2,00	1,60	1,83	1,60	1,87	1,68	17,50		
16	15. Ostala velika industrija	2,42	16,10	1,95	14,70	2,00	13,90	2,00	11,30	2,00	9,10	13,29	16,70	13,25	15,10	18,90	22,10	19,40	20,20		
17	16. Elektrificirane željeznice	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,00	6,24		
18	17. Elektrokemija izuzev karbid	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,50	2,86	3,47	4,06	3,06	3,18		
	Opći prosjek	**1,94**	**12,88**	**1,92**	**14,44**	**1,60**	**11,10**	**1,60**	**9,07**	**1,60**	**7,28**	**8,65**	**10,84**	**8,70**	**9,94**	**10,55**	**12,33**	**9,99**	**10,39**	**9,96**	**9,96**

[1] A — u dinarima dotične godine; [2] B — u dinarima kupovne moći iz 1956.

Tablica 3a (točka D-12)

Broj reda	Grupa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Prodajne cijene kilovatsata u prosjeku za područje N. R. Hrvatske																			
		»administrativne cijene«										»korigirane cijene« po novom ekonomskom sistemu									
		1947.		1948.		1949.		1950.		1951.		1952.		1953.		1954.		1955.		1956.	
		C[3] mills U. S. A.	D[4] indeks	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
1	1. Kućanstva	48,20	224	55,50	258	49,40	230	40,40	188	32,30	151	20,40	95	13,30	62	9,40	44	7,92	37		
2	2. Rasvjeta poslovnih prostorija	83,40	388	96,50	449	73,90	344	60,40	281	48,30	225	58,20	271	52,40	244	62,70	292	53,50	249		
3	3. Motori i aparati	32,80	153	31,30	146	37,00	172	30,20	141	25,00	116	42,60	198	42,00	196	40,60	189	30,50	142		
4	4. Javna rasvjeta	—	—	18,80	88	20,80	97	17,00	79	13,60	63	25,00	116	22,80	106	24,80	115	22,50	105		
5	5. Vodovodi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16,60	70	15,20	71	15,60	73	13,90	65		
6	6. Tramvaji i trolejbusi	23,20	108	24,50	124	22,30	104	18,20	85	13,90	65	25,00	116	22,80	106	23,30	108	20,80	97		
7																					
8	7. Ugljenici	32,20	150	24,50	114	22,50	105	18,50	86	14,80	69	27,20	127	25,70	120	27,30	127	23,30	108		
9	8. Željezare	32,20	150	24,50	114	22,50	105	18,50	86	14,80	69	27,20	127	25,70	120	27,30	127	23,30	108		
10	9. Tvornice cementa	12,00	56	14,40	67	11,00	55	9,63	45	7,73	36	20,80	97	19,00	89	25,80	120	26,50	124		
11	10. Mlinova	32,50	152	23,80	111	22,00	103	18,00	84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
12	11. Elektrotermija	23,30	109	17,50	82	16,20	76	13,20	61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
13	12. Elektrokemija (kalcijev karbid)	1,10	5	1,27	6	1,15	5	0,95	4	0,77	36	3,33	16	3,32	15	3,12	15	3,12	15		
14	13. Elektrometalurgija	1,67	8	1,88	9	1,73	8	1,42	7	1,13	5	6,58	31	6,00	28	7,31	34	6,98	33		
15	14. Aluminij	1,67	8	1,88	9	1,73	8	1,42	7	1,13	5	3,33	16	3,25	15	3,12	15	29,20	136		
16	15. Ostala velika industrija	25,80	120	24,50	114	23,20	108	18,80	88	15,20	71	27,80	129	25,20	117	36,80	171	33,70	157		
17	16. Elektrificirane željeznice	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,40	48		
18	17. Elektrokemija izuzev karbid	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,77	22	6,78	33	5,30	25		
	Opći prosjek	**21,47**	**100**	**24,07**	**112**	**18,50**	**86**	**15,12**	**70**	**12,13**	**57**	**18,07**	**84**	**16,57**	**77**	**20,55**	**96**	**17,32**	**81**	**16,60**	**77**

[3] C — u mills-ima U. S. A.; [4] D — indeks 1947 = 100 za opći prosjek (21,47 mills-a = 100)

Kako vidimo na sl. 2., do 1951. razvoj prosječne cijene za FNRJ i razvoj za Hrvatsku idu paralelno. Sa opravdanjem može se usvojiti, i prije negoli budu sređene statistike za cio teritorij i za razdoblje od 1952. do 1956., da je prosječna cijena na cijelom području zemlje slijedila po prilici uporedan razvoj sa onim u Hrvatskoj do 1956. Počevši od 1957., primjenjuje se jedinstvena tarifa za cijelu Jugoslaviju.

13. Značajke propisanih tarifa i njihov razvoj

Nekoja elektroprivredna poduzeća razvila su vrlo naprednu tarifnu politiku već prije 1939.

Poslije rata, u mnogo slučajeva stegnuta je upotreba tarifa koje zahtijevaju specijalna brojila. — Politika tarifikacije provođena po teritorijalnim organizacijama elektroprivrede nije mogla biti svagdje ista, jer su proizvodne cijene dosta varirale od teritorija do teritorija. Jedinstvena tarifa za čitavo područje Jugoslatvije propisana 1957. predviđa jednake cijene na čitavom području zemlje[1], osnovane isključivo na grupi potrošača i na načinu upotrebe električne energije, te na karakteristikama opterećenja, koje taj potrošač izazivlje. Značajke nove tarife su ove:

a) dvostruka tarifa, sa stalnim doprinosom za snagu i sa nadoknadom za utrošene kWh, kod svih potrošača izuzevši specijalnu potrošnju, tramvaje, javnu rasvjetu i preprodavaoce;

b) stimulacija potrošnje tokom noći i krajeva sedmice putem redukcije cijene kWh, za sve potrošače izuzevši elektrokemiju, elektrificirane željeznice, javnu rasvjetu i preprodavaoce;

c) stimulacija potrošnje u energetski povoljnim sezonama godine, kod elektrokemije, elektrometalurgije i elektrotermije;

d) fakturiranje potrošnje jalove energije preko nivoa koji odgovara faktoru snage 0,85, kod svih grupa potrošača izuzevši kućanstva, rasvjetu, trgovačke i društvene prostorije, javnu rasvjetu i preprodavaoce;

e) tarifikacija po posebnim cijenama za izvjesne grupe velikih potrošača (termija, elektroliza i t. d.);

f) stimulacija kućne potrošnje električne energije.

Ova tarifa uvodi dva nova elementa:

(1) Za malu potrošnju [manje od 50 000 kWh godišnje i za veliku komunalnu potrošnju (tramvaji i vodovodi)], Kotarski Narodni odbori određuju stalne pristojbe i prodajne cijene koje ne mogu biti niže od onih predviđenih tarifom. Razlika u primicima koja će se tako dobiti, treba da služi za proširenje razvodnih mreža.

(2) Potrošači plaćaju mjesečno za mjerenje, očitavanje brojila i za kontrolu. Od ovih naplata izgradit će se fond određen za nabavu brojila, — da bi za nekoliko godina mogla nestati paušalna prodaja, koja se sada primjenjuje po prilici kod jedne desetine potrošača.

Četiri naredne tablice daju numeričke vrijednosti tarife, u dinarima i u dolarima po tečaju navedenom pod tač. B. 1.

[1] sa nekim odstupanjima, koja ćemo kasnije navesti.

Tablica 4 (točka D. 13.)

Grupa		Cijene u dinarima				Cijene u mills-ima U. S. A.			
		za potrošeni kWh		za prekomjerno potrošeni kVArh		za potrošeni kWh		za prekomjerno potrošeni kVArh	
		danju	noću	danju	noću	danju	noću	danju	noću
Elektrokemija									
1. Karbid	– niži sez. stav	1,50		0,30		2,50		0,50	
	– viši sez. stav	2,80		0,50		4,67		0,83	
2. Aluminij	– niži sez. stav	1,50		0,30		2,50		0,50	
	– viši sez. stav	3,10		0,50		5,17		0,83	
3. Ostala elektrokemija									
	– niži sez. stav	2,50		0,50		4,17		0,83	
	– viši sez. stav	5,00		1,00		8,33		1,67	
Elektrometalurgija									
4. Visoke peći	– niži sez. stav	3,50	1,50	1,00	0,50	5,84	2,50	1,67	0,83
	– viši sez. stav	7,00	3,50	1,50	1,00	11,68	5,84	2,50	1,67
5. Elektrolize	– niži sez. stav	3,50	1,50	1,00	0,50	5,84	2,50	1,67	0,83
	– viši sez. stav	7,00	4,00	1,50	1,00	11,68	6,67	2,50	1,67
6. Ferolegure	– niži sez. stav	4,00	1,50	1,00	0,50	6,67	2,50	1,67	0,83
	– viši sez. stav	7,00	4,00	1,50	1,00	11,68	6,67	2,50	1,67
7. Elektrotoplina u metalurgiji i prerađ. industr.	– niži sez. stav	5,00	2,00	1,00	0,50	8,33	3,33	1,67	0,83
	– viši sez. stav	10,00	6,00	2,00	1,00	16,68	10,00	3,33	1,67
8. Međugradska elektrovuča		6,00		1,00		10,00		1,67	
9. Melioracije	– niži sez. stav	8,00	4,00	1,00	0,50	13,33	6,67	1,67	0,83
	– viši sez. stav	12,00	6,00	2,00	1,00	20,00	10,00	3,33	1,67

Napomena: 1. Tarifni stav danju – za potrošnju od 6–22 sata.
2. Po nižem sezonskom stavu obračunavat će se potrošnja od 1. travnja do 30. rujna na sjeverozapadu države, u područjima s alpskim hidrološkim režimom. U ostalom dijelu zemlje niži sezonski stavovi primjenjivat će se od 1. listopada do 31. ožujka.
3. Ništa se ne plaća za potrošene kVArh koji odgovaraju faktoru snage jednakom 0,85 ili višem od toga.
4. Ovdje navedene cijene za specijalne potrošače razumijevaju se za energiju preuzetu i mjerenu pod visokim naponom.
5. Ovdje navedene cijene primjenjivat će se kod potrošača iz grupa 1 do 7 samo ukoliko instalirana snaga u njihovim potrošačkim aparatima dosiže bar 1000 kW

Tablica 4a (točka D. 13.)

Grupa	Cijene u dinarima						Cijene u $		Cijene u mills-ima U. S. A.			
	Stalni doprinos mjesečno po kW		Za kWh potrošen		Za prekomjerno potrošeni kVArh		Stalni doprinos mjesečno po kW		Za kWh potrošen		Za prekomjerno potrošeni kVArh	
	v. n.	n. n.	danju	noću	danju	noću	v. n.	n. n.	danju	noću	danju	noću
Opća potrošnja na veliko												
10. Ugljenici	1 300	1 400	9,00	4,00	2,00	1,00	2,17	2,33	15,00	6,67	3,33	1,67
11. Tvornice cementa	1 300	1 400	12,00	5,00	2,00	1,00	2,17	2,33	20,00	8,33	3,33	1,67
12. Ostala opća potrošnja na veliko	1 300	1 400	12,00	5,50	2,00	1,00	2,17	2,33	20,00	9,17	3,33	1,67
Komunalna potrošnja na veliko												
13. Javni vodovodi	1 300	1 400	8,00	4,00	2,00	1,00	2,17	2,33	13,33	6,67	3,33	1,67
14. Gradska vuča	—		7,50	4,00	2,00	1,00	—		12,50	6,67	3,33	1,67

6. Stavovi koji odgovaraju za grupe 1 do 14 primjenjivat će se samo kod potrošača koji budu sklopili pismeni ugovor za garantiranu potrošnju od najmanje 50 000 kWh godišnje.

7. Stalni mjesečni doprinos za potrošnju na veliko obračunat će se po vršnom 15-minutnom opterećenju postignutom u toku obračunskog mjeseca.

Tablica 4b (točka D. 13)

Grupa za potrošnju na malo	Cijene u dinarima					Cijene u mills-ima U. S. A.				
	Stalni doprinos mjesečno po tarifnoj jedinici		Za potrošeni kWh		Za prekomjerno potrošeni kVArh	Stalni doprinos mjesečno po tarifnoj jedinici		Za potrošeni kWh		Za prekomjerno potrošeni kVArh
	prva	svaka daljnja	danju	noću		prva	svaka daljnja	danju	noću	
15. Kućanstva										
— niži stepen	75	30	2	1	—	125	50	3,33	1,67	—
— viši stepen	30	—	15	15	—	50	—	25,00	25,00	—
16. Rasvjeta poslovnih prostorija										
— niži stepen	650	150	15	6	—	1083	250	25,00	10,00	—
— viši stepen	600	—	25	25	—	1000	—	41,67	41,67	—
17. Rasvjeta društvenih prostorija										
— niži stepen	100	50	15	6	—	167	83	25,00	10,00	—
— viši stepen	50	—	25	25	—	83	—	41,67	41,67	—
18. Motori i aparati										
— viši stepen	1200	600	15	6	2	2000	1000	25,00	10,00	3,33
— viši stepen	500	25	25	25	4	667	417	41,67	41,67	6,67
19. Motori u poljoprivredi										
— niži stepen	60	20	15	6	2	100	33	25,00	10,00	3,33
— viši stepen	15	5	25	25	4	25	8,33	41,67	41,67	6.67
20. Javna rasvjeta	—		6,25	—	—	10,42				—
21. Preprodavaoci	—		6,00	—	—	10,00				—

8. Tarifnu jedinicu za grupu 15 — kućanstvo — čini svaka stambena prostorija površine 6 m² do 40 m², i svaka kuhinja bez obzira na njenu površinu.
9. Za grupe 16 i 17, tarifnu jedinicu čini svakih započetih 20 m² površine prodavaonica, radionica, kancelarija, hotelskih soba, bolesničkih soba i t. d.
10. Za grupe 18 i 19, tarifna jedinica jednaka je polovici tarifnog kilovata. Ako potrošač ima samo jedno trošilo, broj tarifnih kilovata jednak je priključnoj vrijednosti trošila. Ima li potrošač više trošila, broj tarifnih kilovata utvrđuje se tako, da se najjače trošilo uzima u cjelini, slijedeće po snazi — sa 2/3, a sva ostala — sa 1/3 priključne vrijednosti.
11. Potrošač bira sam niži ili viši tarifni stepen. Ako potrošač do konca mjeseca u kome je prijavio priključak ne izabere tarifni stepen, odredit će mu prodavalac tarifni stepen koji je povoljniji za potrošača.
12. Ispuštene su ovdje detaljne odredbe tarife. Paušalni stavovi ispušteni su iz ovog pregleda, kao što ne će biti navedeni ni u tablici 4c.

Troškovi mjerenja i kontrole

Na ime troškova mjerenja i kontrole potrošnje plaćaju mjesečno prodavaocu:

	dinara	mills-a U. S. A.
1. potrošači na veliko koji imaju vlastite uređaje za mjerenje:	500	833
2. potrošači na veliko kojima je uređaje za mjerenje dao prodavalac:	1 000	1 667
3. potrošači na malo kojima je uređaje za mjerenje dao prodavalac:		
a) za jednofazni priključak u nižem stepenu:	30	50
b) za jednofazni priključak u višem stepenu:	15	25
c) za višefazni priključak u nižem stepenu:	100	167
d) za višefazni priključak u višem stepenu:	50	83

D. 2. Elementi koji određuju sadanje cijene

20. Propisi za kalkulaciju proizvodne cijene u elektroprivredi

Ovi su propisi bili modificirani više puta. Ti propisi imaju tri različita cilja:

— da osiguraju jedinstvo u načinu kalkulacije proizvodne cijene kod svih poduzeća elektroprivrede;

— da osiguraju, izvan poreza, zamjenu za štednju, određenu da stvara potrebne fondove za opremu zemlje i za modernizaciju mjenih industrijskih postrojenja;

— da odredi dio, koji će se u slučaju dobrog upravljanja poduzećem moći razdijeliti unutar kolektiva radnika i namještenika kao stimulans, odnosno koji će se moći upotrebiti djelomično ili potpuno za druge svrhe po odluci tog kolektiva.

1956. elementi vlastite cijene koštanja bili su slijedeći u elektroprivredi:

1. Pogonski izdaci

1.1. Energetsko gorivo,

1.2. Ostali materijalni izdaci, kao oni za nabavu: maziva, kemijskih produkata za pripreme vode, ostalih sirovina, materijala za sitne popravke i uzdržavanje, i t. d.

1.3. Plaće i nadnice

1.4. doprinosi za socijalno osiguranje

1.5 doprinos za stambenu izgradnju

1.6. premije za osiguranje protiv raznih rizika.

Poduzeće ugovara sa dobavljačima i predaje narudžbu najpovoljnijem, po troškovima iz tačaka 1.1. i 1.2. Plaće i nadnice određene su »Tarifnim pravilnikom«, koji donosi radnički savjet poduzeća, a koji treba da bude odobren od Mjesnog sindikalnog vijeća. Doprinosi socijalnom osiguranju i doprinos za stambenu izgradnju određeni su u postocima od plaća i nadnica. Postoji samo jedan Državni Zavod za osiguravanje.

2. Stalni i promjenljivi troškovi

2.1. Kamati na investirani kapital (osn. sredstva): 2%.

2.2. Kamati na obrtna sredstva: 5,5% do 8% po posebnoj tablici.

2.2. Naknada za upotrebljeno zemljište. — (Vrijednost zemljišta nije uključena u osnovna materijalna sredstva poduzeća; naknada je ovisna od smještaja i od površine zemljišta.)

2.4. Doprinos za podizanje stručnog kvaliteta radnika: 4% od iznosa plaća i nadnica.

2.5. Doprinos za unapređenje postupaka proizvodnje: 1% od ukupnih primitaka.

2.6. Amortizacije:

2.61. Amortizacija za investicijska uzdržavanja.

2.62. Amortizacija za obnovu.

Amortizacijske stope određene su slijedećom tablicom:

	Stopa amortizacije u %		
	Ukupno	Za obnovu	Za investicijsko održavanje
vodograđevni objekti hidroelektričnih postrojenja	1,0	—	1,0
hidromehanička i strojna oprema hidroelektričnih postrojenja			
– od drveta	8,0	7,0	1,0
– od čelika	3,0	2,0	1,0
Strojevi, aparati i instalacije			
– termoelektrana	7,0	5,5	1,5
– hidroelektrana	5,5	4,5	1,0
– za prijenos i razvod	7,5	6,0	1,5

Početkom godine svako poduzeće sastavlja program investicijskog uzdržavanja i prijavljuje svoje odnosne potrebe na sredstvima Narodnoj banci. Sva poslovna plaćanja vrše se posredstvom Narodne banke Jugoslavije. Ova ne plaća kamate na uloge u amortizacijske fondove deponirane kod nje.

Troškovi pod 1. i 2. koji su gore navedeni, određuju u načelu vlastitu cijenu koštanja. Budući da nekoje obaveze i tereti koji proističu iz poslovanja treba da budu financirani iz dobitka, mi ćemo se u kratko osvrnuti na raspodjelu dobitka.

Razlika između primitaka i izdataka predstavlja dobitak. Ovaj se dijeli kako slijedi:

— 50% saveznom porezu;

— pokriće obaveznih socijalnih troškova, kao što su nadoknade za odvojeni život, izvjesni putni troškovi, povišenje doprinosa socijalnom osiguranju u slučaju prekobrojnih izostanaka od posla izazvanih bolestima, i t. d.

— doprinos rezervnom fondu: 2% od obrtnih sredstava koja se upotrebljuju, — sve dok se ne postigne nivo od 10% upotrebljavanih sredstava.

— anuitet za amortizaciju zajma zaključenog za podizanje elektrane, stanice ili dalekovoda. (Za detalje vidi malo niže).

Najviše 50% uključivši poreze, od ostatka koji ostaje nakon gore iznesene raspodjele iznosa dobitka, može se upotrebiti

— za raspodjelu srazmjerno sa plaćama i nadnicama između radnika i namještenika kolektiva, koji je ostvario dobitak. Točnu cifru za ovu raspodjelu određuje svojom odlukom Radnički savjet.

Ono što ostane nakon odbitka ovih »višaka plaća«, dijeli se po odluci Kotarskog Narodnog odbora između:

— općeg investicijskog fonda kotara (60—70% od zadnjeg ostatka)

— i između fonda za slobodno raspolaganje Uprave poduzeća (30—40% od zadnjeg ostatka). (Ovaj fond služi za razne dotacije udruženjima radnika i namještenika, za nagrade, za izgradnju stanova i t. d.).

Ako gore navedeni postoci ne bi bili određeni tako, da iscrpe čitav ostvareni dobitak, kao na pr. 65% + 35% posljednje spomenutog ostatka, raspodijelit će se ovaj konačni ostatak po istoj odluci Kotarskog Narodnog odbora između

— dotacija Kotarskom budžetu i Republičkom budžetu republike, u kojima poduzeće ima sjedište.

Napomena uz anuitet

Svaka izgradnja vrši se na osnovu investicijskog kredita koji odobrava Investiciona banka; modaliteti ovog kredita određuju se ugovorom. Anuiteti, jednaki među sobom, kalkuliraju se redovno za amortizaciju duga kroz 30 godina uz kamatnu stopu od 4% sa kapitalizacijom izvršenih uplata po istoj kamatnoj stopi.

Da bismo ilustrirali, što je taj sistem dao u 1956., iznijet ćemo ove indikacije:

– zbir godišnjih izdataka i troškova, isključujući izdatke za gorivo, dakle stalnih troškova, iznosio je:

oko 10% za hidroelektrane
oko 16% za termoelektrane
oko 10% za mreže

od investicijskog iznosa.

21. Vlastita cijena koštanja u 1956. za elektroprivredu, u prosjeku za cijelu proizvodnju FNRJ

Prilažemo tablicu po vrijednostima bruto-produkta Zajednice jugoslavenske elektroprivrede realiziranog u 1956. Ukupna distribuirana količina električne energije dosegla je te godine

4,609 TWh

Bruto-produkt realiziran u 1956. po Zajednici jugoslavenske elektroprivrede

Tablica 5 (točka D. 21.)

Elementi	U milijonima dinara	%	U milijonima dolara U. S. A.
Energetsko gorivo	6 692	18,1	11,153
Ostali materijalni troškovi	3 489	9,5	5,815
Premije na ime raznih rizika	895	2,4	1,492
Vrijednost energije kupljene u zemlji	3 253	8,8	5,422
Vrijednost uvezene energije	17	0,0	0,028
Amortizacija	9 463	25,6	15,771
Plate	2 401	6,5	4,002
Socijalno osiguranje	966	2,6	1,610
Stambeni fond	240	0,7	0,400
Kamati na osnovna sredstva	3 251	8,8	5,418
Kamati na obrtna sredstva	220	0,6	0,367
Zemljarina	4	0,0	0,007
Doprinosi	275	0,7	0,458
Cijena koštanja	31 166	84,2	51,943
Dobitak-ukupno	5 849	15,8	9,748
a) anuiteti	1 049	2,8	1,748
b) ostali dobitak	4 800	13,0	8,000
Bruto-produkt	37 015	100,0	61,691
Fakturirano trećim licima (realizacija)	36 810	—	61,135

Vlastita cijena koštanja kWh kod potrošača u 1956. iznosila je:

$$\frac{4{,}609 \cdot 10^9 \text{ kWh}}{37{,}015 \cdot 10^9 \text{ din}} = \text{din } 8{,}03/\text{kWh} = 13{,}385 \text{ mills-a USA/kWh}$$

Napomena: Ovi su se elementi, koji određuju cijenu električne energije, održali skoro bez izmjena kroz god. 1957. Dosta značajne promjene uvedene su 1958.; one donose stanovita poboljšanja sa gledišta ekonomskih proračuna, a imaju, povrh toga, za cilj da stimuliraju radne kolektive na štednju u izdacima na visinu kojih oni mogu utjecati. Stimulacija se vrši putem novčanog zainteresiranja tih kolektiva. Time se ide za ostvarenjem višeg prosječnog nivoa ukupnih zarada u zemlji.

22. Tehnički razvoj sredstava proizvodnje

221. Na području hidro-proizvodnje

Povećanje potražnje električne energije učinilo je ekonomski mogućom izgradnju nacionalne mreže. Umjesto da se izgrađuju hidroelektrane po više regionalnih planova, kao dosada, prešlo se na postavu nacionalnog plana. To je glavni razlog za veliko opadanje troškova izgradnje.

Prosječna visina investicijskog količnika bila je

$$\text{u } 1956.: s = 42{,}6 \frac{\text{din}}{\text{kWh/god.}} = 71 \frac{\text{mills USA}}{\text{kWh/god.}}$$

Gradilišta otvorena 1957. i ona koja će biti otvorena u bliskoj budućnosti uzeta su iz izbora od devet hidroelektrana koje će dati prosječnu godišnju proizvodnju od 11 milijardi kWh sa investicijskim količnikom

$$s = 18 \frac{\text{din}}{\text{kWh/god.}} = 30 \frac{\text{mills USA}}{\text{kWh/god.}}$$

t. j., uz sniženje od 58% prema prvo pomenutom investicijskom količniku.

Ovaj efekat djelomično je uvjetovan napretkom ostvarenim u građevinarstvu i u izradi elektromehaničke opreme.

— Naši najpovoljniji padovi vode nalaze se u kraškim područjima. Vrlo veliki napredak ostvaren je u tehnici konsolidacije terena i izvedbe injekcionih zavjesa u propusnim kraškim terenima.

Injekciona zavjesa koja se izvodi za hidroelektranu HE Peruča bit će najveća na svijetu. Već dobiveni rezultati opravdavaju nadu, da će troškovi izgradnje biti za trećinu niži od predračuna.

— Naša industrija hidraulučkih turbina i velike električne opreme izrađuje sve to snažnije agregate.

Za HE Mavrovo agregati od 50 MVA izrađeni su u zemlji i stavljeni u pogon.

Upravo je otvoreno gradilište za HE Split. Ova će elektrana biti opremljena sa 4 agregata, od 106 MW svaki, u konačnoj izgradnji, koji će biti izrađeni u zemlji, a imat će ove glavne podatke: vertikalne Francis-turbine, H_n = 249,0 m, Q = 50 m³/s, n = 250 o/mn, P_t = 148 500 KS generatori 15 kV — 50 Hz, P_g = 115 MVA, n = 250 o/mn, cos φ = 0,925, longitudinalna sinhrona reaktanca = 77%.

— Izrađuju se Kaplan-turbine i Francis-turbine za sve to veće padove.

Projektiraju se vertikalne Francis-turbine za HE Senj, sa H_n = 408,25 m, Q = 17,5 m³/s, n = 600 o/mn, P_t = 85 000 KS. Generatori: 17,5 kV — 50 Hz, P_g = 68 MVA, cos φ = 0,9, n = 600 o/mn.

222. Na području termo-proizvodnje

Termoelektrane koje smo imali u 1946. bile su locirane, skoro sve, pored velikih gradova. Nove termoelektrane grade se pored ugljenika smeđeg uglja ili lignita, za sagorijevanje otpadnih i sitnih sortimana, koji ekonomski ne podnose transport.

1000 kcal košta u prosjeku, franco vagon stanica pored kojeg grada 1,2 din, t. j. 2 mills-a. TE Kakanj plaća ugljen otpadnog i sitnog sortimana koji sagorijeva, po cijeni od

0,36 din/1000 kcal = 0,6 mills-a US/1000 kcal.

Napredak industrije termičke opreme:

— U 1946. nijedna tvornica parnih turbina nije postojala u zemlji. Nova fabrika Jugoturbina, Karlovac isporučila je već turbine od 12 MVA, a turbine od 30 i 40 MVA, 100 at kod 535°C, se studiraju. Turbogeneratori proizvode se u tvornici R. Končar, Zagreb.

— Otvoreno je gradilište za toplanu u gradu Zagrebu sa snagom od 70 MW.

223. Perspektive primjene nuklearne proizvodnje

U neposrednoj budućnosti nema ekonomskog opravdanja za nukleanru proizvodnju električne energije u Jugoslaviji, budući da termoelektrane služe samo kao dopuna za hidrauličke deficijencije. Ova dopuna treba da omogući pravilno pokrivanje potražnje uz dobro iskorišćenje dotoka vode kod izgrađenih padova. Takva dopunska termička proizvodnja radi sa trajanjem upotrebe kraćim od onog, koje bi moglo opravdati nuklearnu proizvodnju po kriteriju jeftinoće. — Ovakova će situacija trajati još 10—20 godina.

Reperkusije koje perspektiva nuklearne proizvodnje vrši na elektroprivredu Jugoslavije sastoje se u uplivu na povišenje stepena izgradnje kod projekata hidroelektrane sa sezonskim akumulacijskim basenima, a na sniženje ovog stepena kod projekata protočnih hidroelektrana.

U Jugoslaviji prati se razvoj nukleanrne tehnike, i industrija se sprema da bi mogla u danom času odgovoriti zahtjevima nove vrsti. Perspektiva nuklearne proizvodnje električne energije, aktivirala je na pr. istraživanja za proizvodnju specijalnih čelika koji ne rđaju, po domaćoj metalurgiji. Ova ista perspektiva dala je novi impuls elektroničkoj industriji. I t. d. (Vidi točku 224.)

224. Studije i istraživanja

Mi smo već spomenuli tri instituta specijalizirana za studije i istraživanja sa područja elektroprivrede. Oni su opremljeni udarnim generatorima i sa nekoliko analizatora.

Tri instituta za naučna istraživanja na području atomistike postoje u zemlji. U njima radi 600 istraživača sa visokom kvalifikacijom. U dvije posljednje godine oni su dali 300 naučnih radova.

Ciklotron za akceleraciju deuterona sa snagom od 16 MeV izrađen je u zemlji, i montiran je u Zagrebu. Sada se montira reaktor za istraživanja u Vinči, pokraj Beograda. Ovaj reaktor nabavljen je u inostranstvu.

Glavni izvori dokumentacije

[1] Statistički godišnjak FNRJ — 1957, Beograd, 1957.

[2] Vodne snage Jugoslavije, J. N. K. Svjetske konferencije za energiju, Beograd, 1956.

[3] Possibilités d'Exportation d'Energie Electrique en Provenance de la Yougoslavie«, Ujedinjene nacije, Ženeva, 1955.

[4] V. Šlebinger: Razvoj i problemi energetike Jugoslavije, Elektrotehnički vjesnik, 1957, br. 5—6, Ljubljana.

[5] Zajednica jugoslavenske elektroprivrede: Statistike, neobjavljeno, Beograd, 1957.

[6] A. Kršulović: Energetsko gorivo u termoelektranama — Obračun i analiza, Energija, 1957, br. 1—2, Zagreb.

[7] Društveni plan privrednog razvoja Jugoslavije od 1957. do 1961. godine, Beograd, 1957.

FAKTOR SNAGE ZAGREBAČKE INDUSTRIJE I NJEGOVA KOMPENZACIJA

Ing. Petar Kuzele, Elektra, Zagreb

621.3.018.14 : 338

Nakon opisa utjecaja faktora snage na električna postrojenja i prikaza postojeće tarife za jalovu energiju autor navodi podatke o potrošnji djelatne i jalove energije zagrebačke industrije. Proučavanjem rentabilnosti kompenzacije jalove snage pisac dolazi do zaključka, da se kompencazija financijski isplati i amortizira za 12 godina, ako je trajanje maksimalne snage 720 sati godišnje. Pošto je trajanje maksimalne snage zagrebačke industrije 3400 h/god., kompenzacija bi se u prosjeku amortizirala za 2,5 godine.

1. Uvod

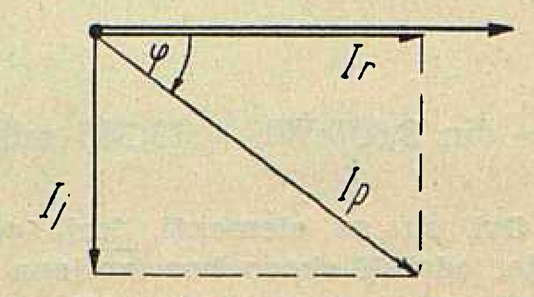
Poznato je, da t. zv. omski potrošači električne energije kao što je rasvjeta, termički aparati i sl. pretvaranjem električne energije u svijetlosnu i toplinsku troše, odnosno koriste radnu struju I_r. Induktivni potrošači — transformatori, prigušnice i motori — osim radne koriste i jalovu struju I_j stvarajući magnetska polja nužna za tranformaciju energije i pretvaranje radne električne energije u mehaničku energiju gibanja. Ovi dakle troše neku prividnu struju I_p kao vektorski zbroj radne i jalove struje, čiju apsolutnu vrijednost izračunavamo iz poznate relacije:

$$I_p = \sqrt{I_r^2 + I_j^2}\,.$$

Odnos $I_r/I_p = \cos\varphi$ nazivamo faktorom snage. On predstavlja karakterističnu vrijednost za promatranog potrošača i pokazuje radno korištenje električnih uređaja i postrojenja.

Analogno strujama može se operirati i sa snagama, pa slijedi da je

$$P_p = \sqrt{P_r^2 + P_j^2}\,.$$



Slika 1.

t. j. prividna snaga jednaka je drugom korijenu iz sume kvadrata radne i jalove snage. Označimo li s U linijski napon trofaznog sistema, a s $I = I_p$ ukupnu struju,

dobijemo slijedeće relacije za radnu, jalovu i prividnu snagu:

$$P_r = \sqrt{3}\ UI\ \cos\varphi$$

$$P_j = \sqrt{3}\ UI\ \sin\varphi$$

$$P_p = \sqrt{3}\ UI$$

$$P_r/P_p = \cos\varphi, \quad P_j/P_p = \sin\varphi, \quad P_j/P_r = \mathrm{tg}\varphi.$$

Diobom ovih relacija dobijemo da je:

2. Utjecaj faktora snage na električna postrojenja

Električni uređaji i postrojenja dimenzioniraju se — obzirom na zagrijavanje — na ukupnu t. j. prividnu struju I_p. Pri tome se obično pretpostavlja — ako općenito govorimo o opskrbi energijom — da će tim postrojenjima teći struja uz $\cos\varphi = 0{,}8$.

U tom slučaju, ako prividna struja iznosi $I_p = 1$ jedinica, iznosit će komponenta $I_r = 0{,}8$ jed., a komponenta $I_j = 0{,}6$ jed., t. j. radna je komponenta dana cosinusom, a induktivna sinusom kuta faznog pomaka. Ako za jednom već izgrađena postrojenja pretpostavljamo kao dozvoljenu struju I_p, onda će smanjivanje faktora snage rezultirati umanjenom sposobnošću tih postrojenja za prijenos radnih struja I_r, dok će jalove struje rasti. Ovo najbolje pokazuje tabela 1.

Tabela 1

cos φ	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0
I_p	1	1	1	1	1	1	1	1	1
I_r	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0
I_j	0	0,44	0,6	0,71	0,8	0,87	0,92	0,95	1

Tako nužne i korisne, jalove struje postaju štetne, ako pređu razumne granice. Neka nam to ilustrira praktičan primjer:

S jednog kabelskog voda, čije je dozvoljeno opterećenje 180 A, a stvarno je maksimalno opterećen i do 210 A, napajaju se između ostalih i tri industrijska potrošača sa:

1.	47 kW	cos φ = 0,52
2.	145 kW	cos φ = 0,54
3.	236 kW	cos φ = 0,35
	428 kW	cos φ = 0,42

Kada bi ova tri potrošača popravila faktor snage na 0,9, kabel bi se rasteretio za preko 60 A t. j. za 28%. Struja bi pala na 147 A, a da se na radnim snagama ne bi ništa promijenilo. Do granice dozvoljenog opterećenja kabel bi mogao primiti još jednu transformatorsku stanicu od 250 kVA.

Kako s padom faktora snage brzo raste ukupna struja I_p kod dane radne struje I_r, pokazuje krivulja *a* u slici 2.

Označimo li sa R radni otpor jedne faze trofaznog sistema, onda će gubici iznositi:

$$\Delta P = 3\ I_p^2\ R; \text{ zbog } I_p = I_r/\cos\varphi \text{ slijedi:}$$

$$\Delta P = 3RI_p^2/\cos^2\varphi = \Delta P_r/\cos^2\varphi.$$

Gubici rastu dakle obrnuto sa kvadratom pada faktora snage. Ovo lijepo ilustrira krivulja *b* u sl. 2.

Loš faktor snage osjetno povećava gubitke u vodovima. Označimo li analogno R sa X induktivni otpor po fazi, onda će utjecaj faktora snage na pad napona predočiti slijedeći izvod:

$$\Delta \mathbf{U} = \Delta \mathbf{U}_r + \Delta \mathbf{U}_x$$

ili algebarski

$$\Delta U = \sqrt{3}\ I\ (R\ \cos\varphi + X\ \sin\varphi).$$

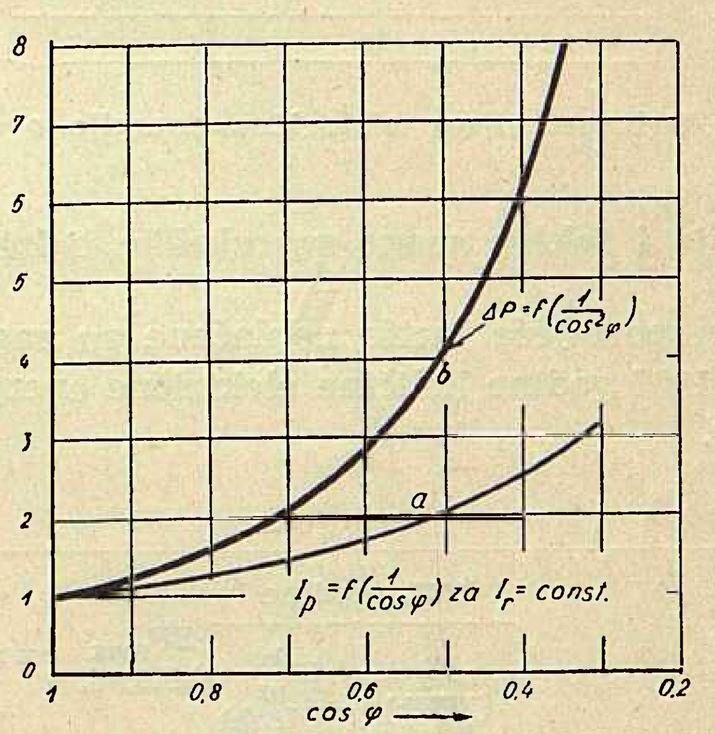
Zbog $P_r = \sqrt{3}\ U\ I\ \cos\varphi$ računanjem slijedi

$$\Delta U = \frac{P_r R}{U}\left(1 + \frac{X}{R}\ tg\ \varphi\right).$$

Za $\cos\varphi = 1$, $\mathrm{tg}\varphi = 0$ pa pad napona iznosi

$$\Delta U_r = P_r R/U.$$

Za $\cos\varphi$ manji od 1 pad napona se povećava u omjeru $(1 + X \cdot \mathrm{tg}\varphi/R)$.



Slika 2. Ovisnost ukupne struje i gubitaka o cos φ uz konstantnu radnu struju I_r.

Kako s padom $\cos\varphi$ sve brže raste $\mathrm{tg}\varphi$, vidljiv je veliki upliv faktora snage na porast pada napona. To pogotovo dolazi do izražaja kod sve većih napona, jer je tada i odnos X/R sve veći.

3. Tarifa za jalovu energiju

Kratko iznesen prikaz utjecaja faktora snage na električna postrojenja ukazuje na opravdanost naplate prekomjerne potrošnje jalove energije. Postojeća tarifa propisuje naplatu jalove energije u slučaju $\cos\varphi$ manjeg od 0,85 i to za dan sa 2 Din/kVArh i za noć sa 1 Din/kVArh po relaciji:

$$W_{jz} = W_{ju} - 0{,}62\ W_r = W_r \cdot (\mathrm{tg}\varphi - 0{,}62),$$

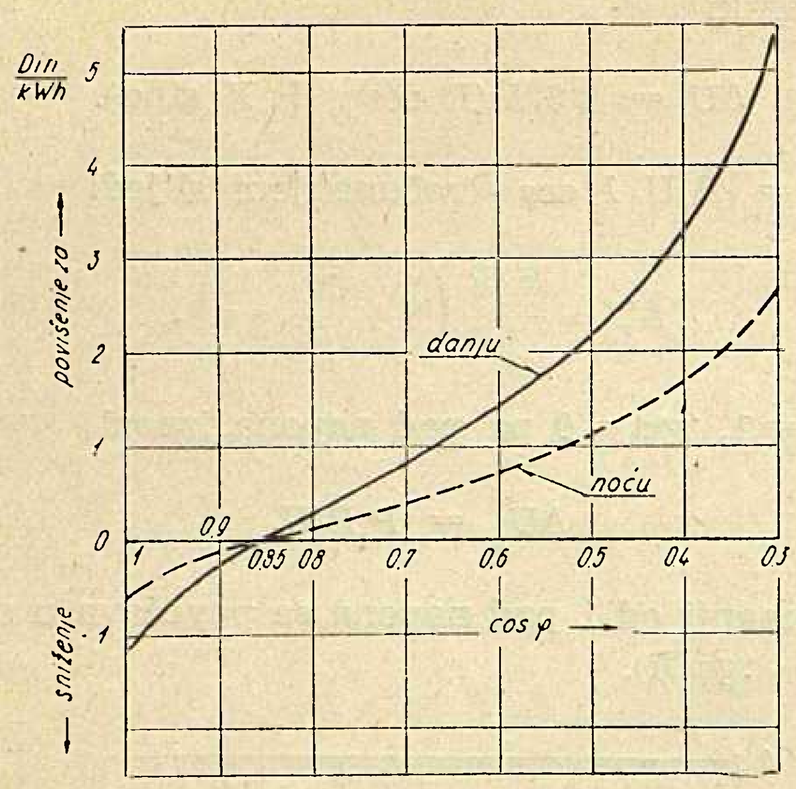
gdje oznake predočuju:

W_{jz} — zaračunate količine jalove energije (kVArh),
W_{ju} — ukupne količine jalove energije (kVArh),
W_r — količine radne energije (kWh).

Loš faktor snage povisuje prosječnu cijenu Din/kWh i to ovisno o njegovoj veličini za iznose dane krivuljama u sl. 3.

Baza za obračun jalove energije jesu količine dobivene stalnim mjerenjem (putem priključenih brojila za ja-

lovu energiju), zatim na osnovu povremenog kontrolnog mjerenja prosječnog faktora snage (tamo gdje brojila nema) i jačina transformatora, odnosno njegova potrošnja jalove energije, ako su brojila priključena na niskonaponskoj strani.



Sl. 3. Ovisnost cijene električne energije o cos φ.

4. Potrošnja i faktor snage zagrebačke industrije

Primjenom postojeće tarife naplaćene su zagrebačkoj industriji 1957 godine količine električne energije dane tabelom 2.

Tabela 2

Grupa potrošnje		1957. godine W_r (MWh)	W_{ju}^k (MVArh)	ΣP_{max} MW/mj.	cos φ_{sr}	k (%)
Ostala opća	dan	59.000	66.400	—	0,664	51
velepotrošnja	noć	14.600	15.600	—	0,685	45
Ukupno		73.600	82.000	22.500	0,668	49

W_{ju}^x — množeno sa k daje naplaćene količine jalove energije.

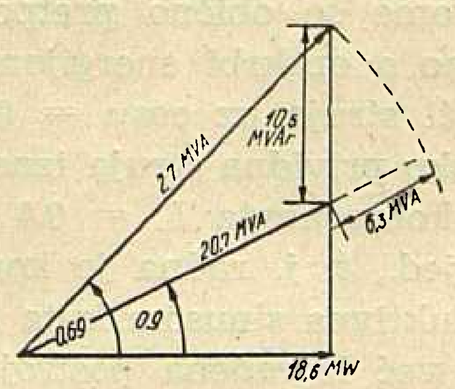
k = (tg φ — 0,62) . 100 — faktor prekomjerne potrošnje jalove energije.

ΣP_{max} — predstavlja mjesečnu maksimalnu snagu (suma maksimalnih snaga svih 12 mjeseci, dijeljeno sa 12.)

Već je rečeno da su količine dane tabelom 2. rezultat primjene postojeće tarife sa svim pomoćnim obračunskim elementima. Da dobijemo mjereni, dakle sigurno utvrđeni faktor snage zagrebačke industrije, sastavimo tabelu 3. U njoj iznijeti podaci odnose se na obrađenih 96 velepotrošača koji ukupno troše oko 75% električne energije grupe »ostala opća velepotrošnja«. Dobiveni su mjerenjem radne i jalove energije dvotarifnim brojilima i mjerenjem maksimalne snage postignute u trajanju od 15min u toku obračunskog razdoblja.

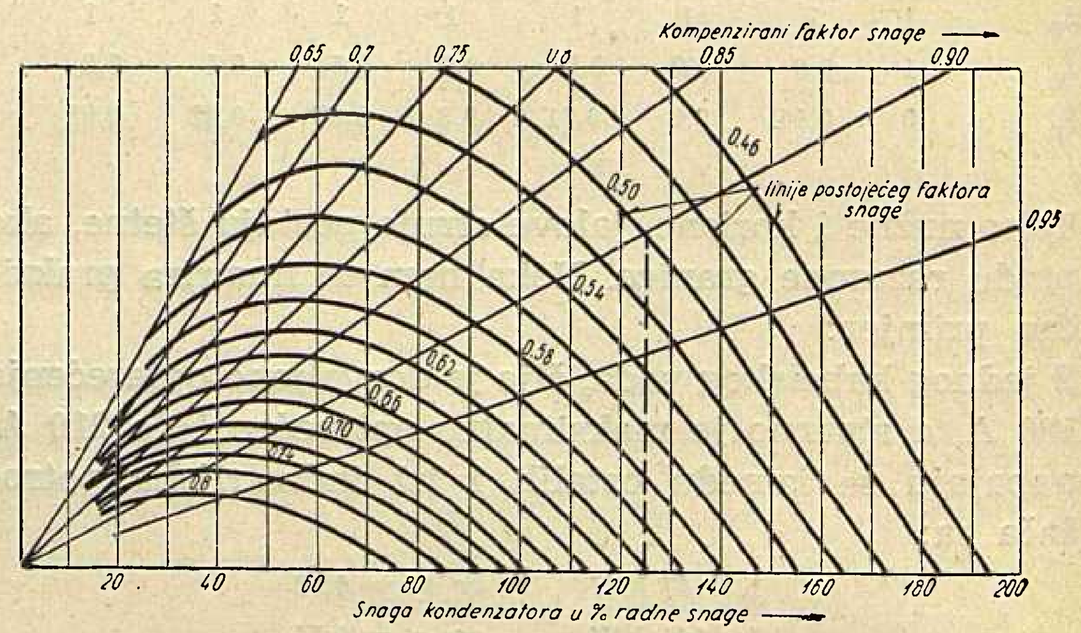
Sumarni podaci osim toga su razbijeni i grupirani na potrošače istog faktora snage. Nažalost, ovi su po svojoj strukturi veoma heterogeni, pa nije moguće prikazati kakav faktor snage ima pojedina kategorija industrije. Potrošači čiji je faktor snage bolji od 0,75 jesu oni koji troše veliki dio rasvjete ili pak kompenziraju loš faktor snage. U tabeli je broj potrošača naznačen između dviju susjednih vrijednosti faktora snage, što znači, da ti potrošači imaju faktor snage u tim granicama (na pr. 10 potrošača ima faktor snage između 0,55 i 0,6). Izneseni podaci dozvoljavaju slijedeće zaključke:

1. prosječni godišnji faktor snage zagrebačke industrije iznosi 0,69.
2. Uvaživši faktor istovremenosti grupe sa 0,85 dobijemo maksimalno opterećenje industrije oko 27 MVA.
3. Ako bi industrijski velepotrošači kompenzirali faktor snage na 0,9 mreža bi se rasteretila — kao što prikazuje sl. 4 — za oko 6 MVA t. j. za cca 10%. Za kompenzaciju bi trebalo ugraditi oko 10 MVAr. kondenzatora..



Sl. 4. Kompenzacija zagrebačke industrije od 0,69 na 0,9

Snagu kondenzatora u % radne snage možemo jednostavno naći u dijagramu na sl. 5. Na pr. ako faktor snage iznosi 0,5 a želimo ga kompenzirati na 0,9 onda okomica spuštena iz presječne točke linija ovih dvaju faktora snage na apscisnu os, određuje snagu kondenzatora u % radne snage i ta iznosi 124%.



Sl. 5. Dijagram za određivanje potrebne snage kondenzatora dane u % radne snage.

5. Rentabilnost kompenzacije

Promatrati se može dvojako:

a) s obzirom na investiciona ulaganja za izgradnju novih postrojenja,

b) sa stanovišta potrošača s obzirom na troškove za jalovu energiju.

Prvi slučaj zahtijeva detaljniju analizu, zato ćemo se za usporedbu zadovoljiti grubom ocjenom. U našem slučaju svaki kVar kondenzatora oslobađa oko 6/10 kVA pa nas uz cijenu kondenzatora 15.000 Din/kVAr jedan kVA košta oko 25.000.— Din. Naprotiv, jedan kVA dobiven kroz izgradnju novih postrojenja kao ekvivalent jednom kVA dobivenom kroz kompenzaciju košta barem 50.000.— Din. Detaljniji račun sigurno bi pokazao i veće razlike. Odavde je vidljiva rentabilnost kompenzacije. Drugi slučaj: kompenzacija je rentabilna, ako su uštede na plaćanju jalove energije veće

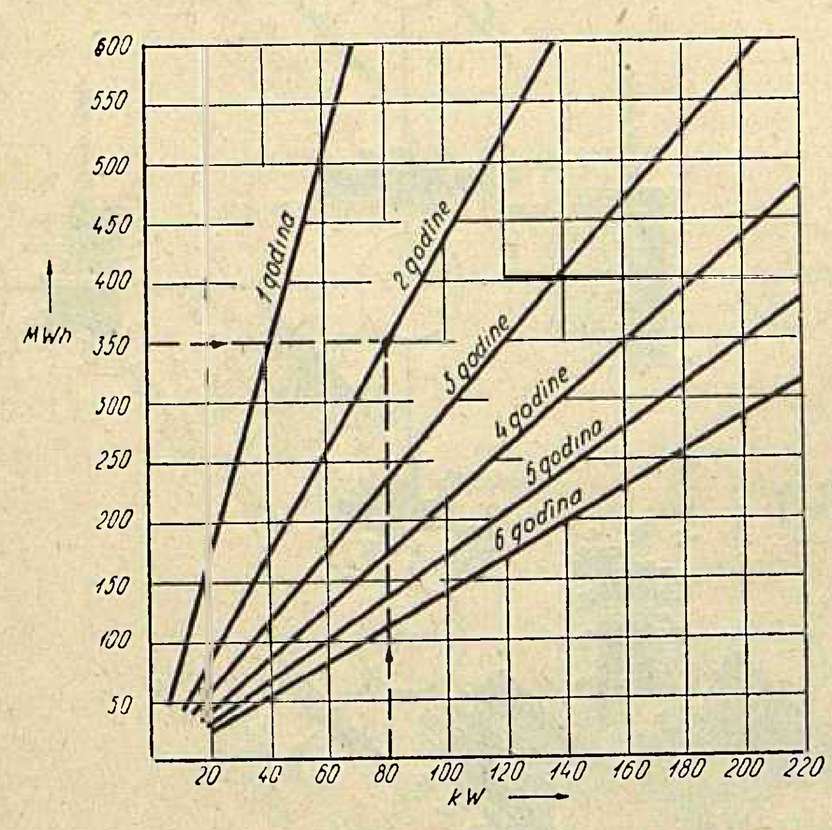
Tabela 3

Broj potrošača		Ukupno 96	4	2	6	4	5	10	13	12	9	12	3
MWh/godišnje	dan	43.236	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	noć	13.126											
MVArh/godišnje	dan	45.995	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	noć	12.829											
Σ kW$_{max.}$/mjes.		16.420	504	157	895	337	604	1645	3198	1802	1200	3063	837
cos $\varphi_{sr.}$ god.		0,69	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,8	0,85
k – faktor prekomjernog potroška jalove energije		43	255	210	167	136	111	90	72	55	42	25	13	0

[cos φ veći od 0,85 ima 16 potrošača sa ukupnom snagom od 2178 kW]

od investicija uloženih na kompenzaciju. Ovdje zanemarimo ostale uštede kao na pr. smanjenje gubitaka u razdjelnim vodovima potrošača i manji pad napona, a pogotovo uštede u slučaju da potrošač zbog lošeg faktora snage mora pojačavati svoja postrojenja (transformatore, presjeke vodova i sl.). Uštede su i na sklopkama, jer je njihov vijek trajanja duži, ako iskapčaju manje struje, a pogotovo ako su ove bliže istofaznosti s naponom. Naime, u momentu prolaza napona kroz nulu, struja bi tako bila također bliža nuli, a to daje povoljnije prilike kod iskopčanja.

Već poznate oznake nadopunimo slijedećim:



Sl. 6. Vrijeme amortizacije uređaja za kompenzaciju (kondenzatori).

C — godišnji izdaci za jalovu energiju (Din/god.),
c — jedinična cijena jalove energije (Din/kVArh),
c_k — cijena kondenzatora (Din/kVAr),
P_k — snaga kondenzatora (kVAr),
C_k — troškovi kompenzacije (Din),
a — amortizacija, uzeta sa 8%,
h — vrijeme trajanja iskorištenja maksimalne snage, $h = W_r/P_{max}$ (sati/god.).

Uvjet je rentabilnosti

$C = C_k$, t. j. $c \cdot W_{jz} = c_k \cdot P_k \cdot a$, što daje:

$$C = c\ k\ W_r = c\ (\mathrm{tg}\varphi - 0{,}62)\ P_{max} \cdot h \text{ (Din/god)}$$

$$C_k = c_k\ P_k\ a = c_k\ (\mathrm{tg}\varphi - 0{,}62)\ P_{max} \cdot a \text{ (Din/god)}$$

Izjednačenjem desnih strana relacija izlazi:

$$c\ h = c_k\ a;\ h = c_k \cdot a/c \text{ (sati/god.)}$$

Pretpostavimo li da dnevna potrošnja iznosi ⅔, a noćna ⅓, vrijednost c iznosi ⁵/₃. Konačno dobijemo

$$h = \frac{15.000 \cdot 0{,}08}{5/3} = 720 \text{ sati/god.}$$

U prednjem računu smo pretpostavili da kompenziramo u odnosu na vršno opterećenje.

Zaključak

Potrošačima koji svoju maksimalnu snagu koriste 720 sati godišnje, kompenzacija se financijski isplati i amortizira za 12 godina. S porastom iskorištenja maksimalne snage, kompenzacija se prije amortizira. Iz tabele 3 je vidljivo da vrijeme iskorištenja maksimalne snage zagrebačke industrije iznosi 3.400 sati/god. To dalje znači, da bi se kompenzacija u prosjeku amortizirala za oko 2,5 godine.

Sl. 6 prikazuje vrijeme kroz koje se nekom potrošaču isplati kompenzacija. Presjecište određeno potrošnjom radne energije promatranog potrošača i njegove maksimalne snage, daje točku t. j. vrijeme (područje) rentabiliteta kompenzacije.

TOKOVI SNAGA I NAPONSKE PRILIKE U 110 kV MREŽI HRVATSKE

Ing. Miroslav Jung, Institut za elektroprivredu, Zagreb **621.316.13.027.7(497.13)**

Objavljuju se podaci o tokovima djelatnih i jalovih snaga te naponskih prilika u 110 kV mreži NR Hrvatske u godini 1957. Izvor podataka su dispečerski uredi. Pretpostavljeno je, da je srednja satna snaga brojčano jednaka saldu satnih energija za svaki elemenat mreže, a gubici u mreži su zanemareni. Grafički su prikazane prilike za dane 16.1., 20.3., 21.8., 17.7 i 18.12.1957. 110 kV mreža Slavonije nije uključena u grafičke prikaze.

Registracija tokova snaga i naponskih prilika u visokonaponskim mrežama je jedan od osnovnih zadataka svake elektroprivredne statističke službe. Ovi podaci koriste se prilikom analize rada dotičnog energetskog sistema, te predstavljaju prvi osnov za studij njegovog razvoja u bližoj i daljoj budućnosti.

U Institutu za elektroprivredu u Zagrebu poklanjala se je i do sada puna pažnja ovim problemima, te su pri tom korišteni podaci dispečerskih ureda u Zagrebu, Splitu i Slavonskom Brodu. (Vidi »Bilten« ZEPH-e br. 10/1956.).

Ovdje donosimo prikaz tokova djelatnih i jalovih snaga te naponskih prilika u 110 kV mreži NR Hrvatske u godini 1957.

Dispečerski podaci

S obzirom na konfiguraciju 110 kV mreže Hrvatske nadležni su: za mrežu sjeverozapadne Hrvatske dispečerski ured u Zagrebu, za mrežu Dalmacije dispečerski ured u Splitu, a za mrežu Slavonije dispečerski ured u Slav. Brodu. Ovi dispečerski uredi, registriraju između ostalog proizvedene, prenešene i utrošene satne djelatne i jalove energije za sve elektrane, dalekovode i transformatorske stanice promatrane mreže. Istovremeno oni bilježe za svaki sat i napone sabirnica za sva 110 kV čvorišta ovih mreža.

Slijedeći prikaz tokova snaga i naponskih prilika u 110 kV mreži NR Hrvatske osniva se upravo na podacima navedenih dispečerskih ureda, ali se prilikom korištenja ovih podataka pokazalo da oni, iz više razloga, nisu u potpunom međusobnom skladu. Stoga su ovi podaci najprije međusobno usklađeni, na osnovu principa koji su niže navedeni.

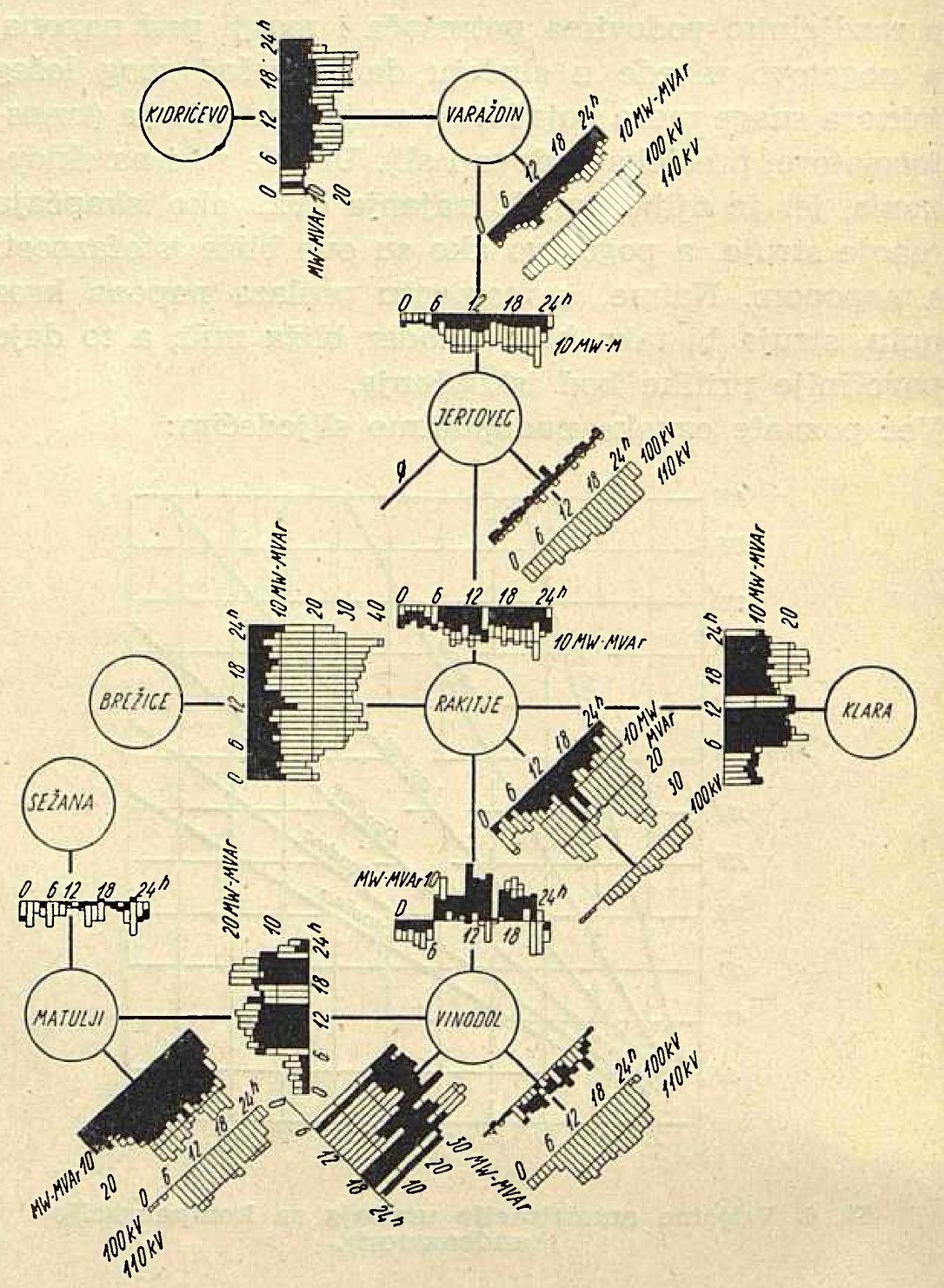
Usklađeni podaci

Navedeni podaci baziraju se na saldu satnih enerrgija za 12 karakterističnih srijeda (prva srijeda u drugoj polovini mjeseca) u 1957. godini. Prilikom određivanja tokova snaga u mreži uzeto je, da je srednja satna snaga numerički jednaka saldu satnih energija za svaki elemenat mreže. Kako, međutim, na temelju dispečerskih podataka nije bilo moguće udovoljiti I. Kirchhoff-ovom zakonu, usklađivanje podataka izvršeno je na temelju slijedećih principa:

1. Gubici u mreži su zanemareni.
2. Srednja satna snaga uzeta je za vodove numerički jednaka aritmetičkoj sredini salda satnih energija registriranih na oba kraja voda.
3. Opterećenje u čvorištu određeno je na temelju I. Kirchhoff-ovog zakona, vodeći kod HE Vinodol još računa i o registriranoj proizvodnji generatora.

Od navedenih principa odstupljeno je samo onda ako je nedostajao koji od podataka, ili ako je bilo očito da je raspoloživi podatak pogrešan.

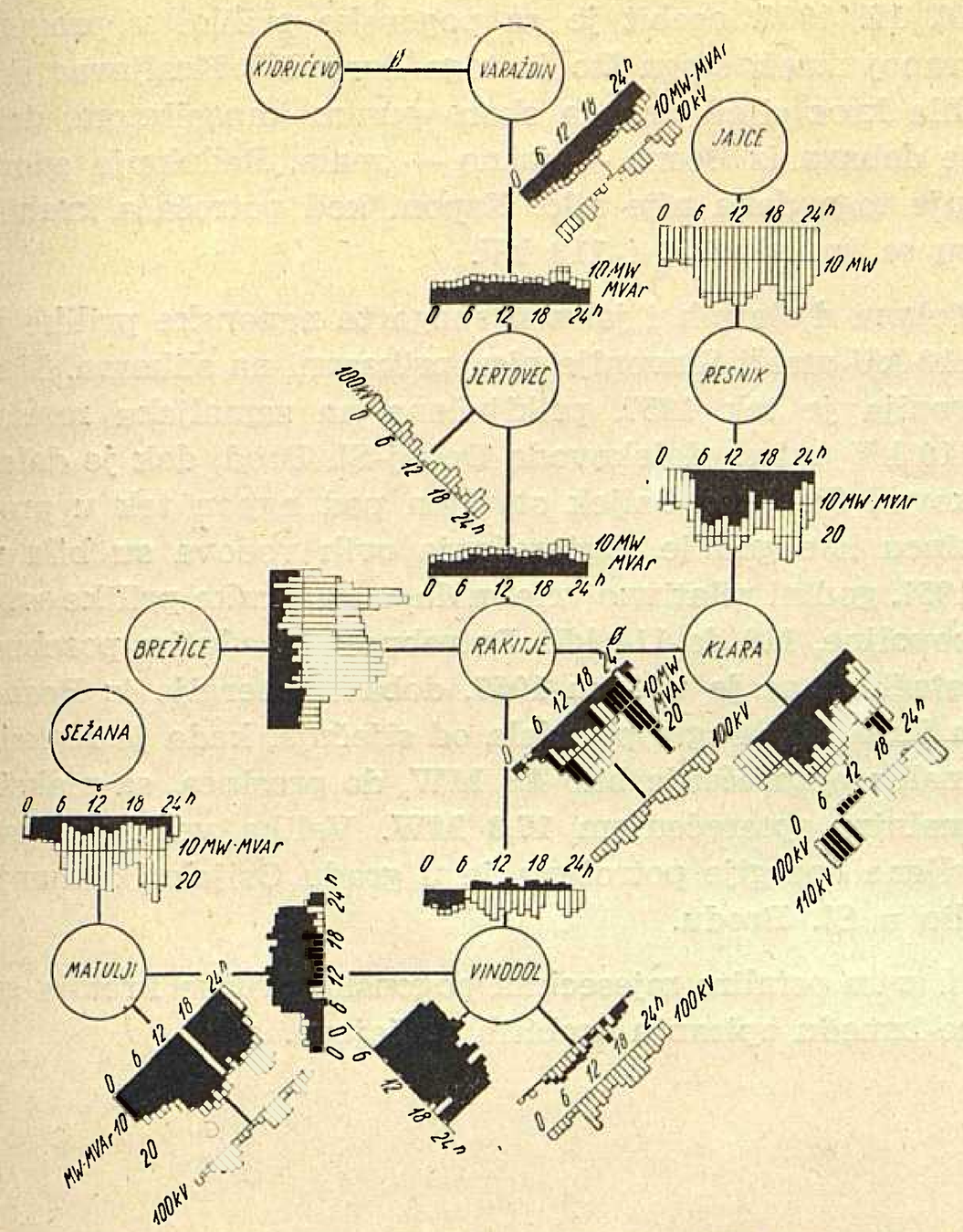
U priloženim slikama prikazani su rezultati za slijedeće osobite momente opterećenja 110 kV mreže NR Hrvatske u 1957. godini:



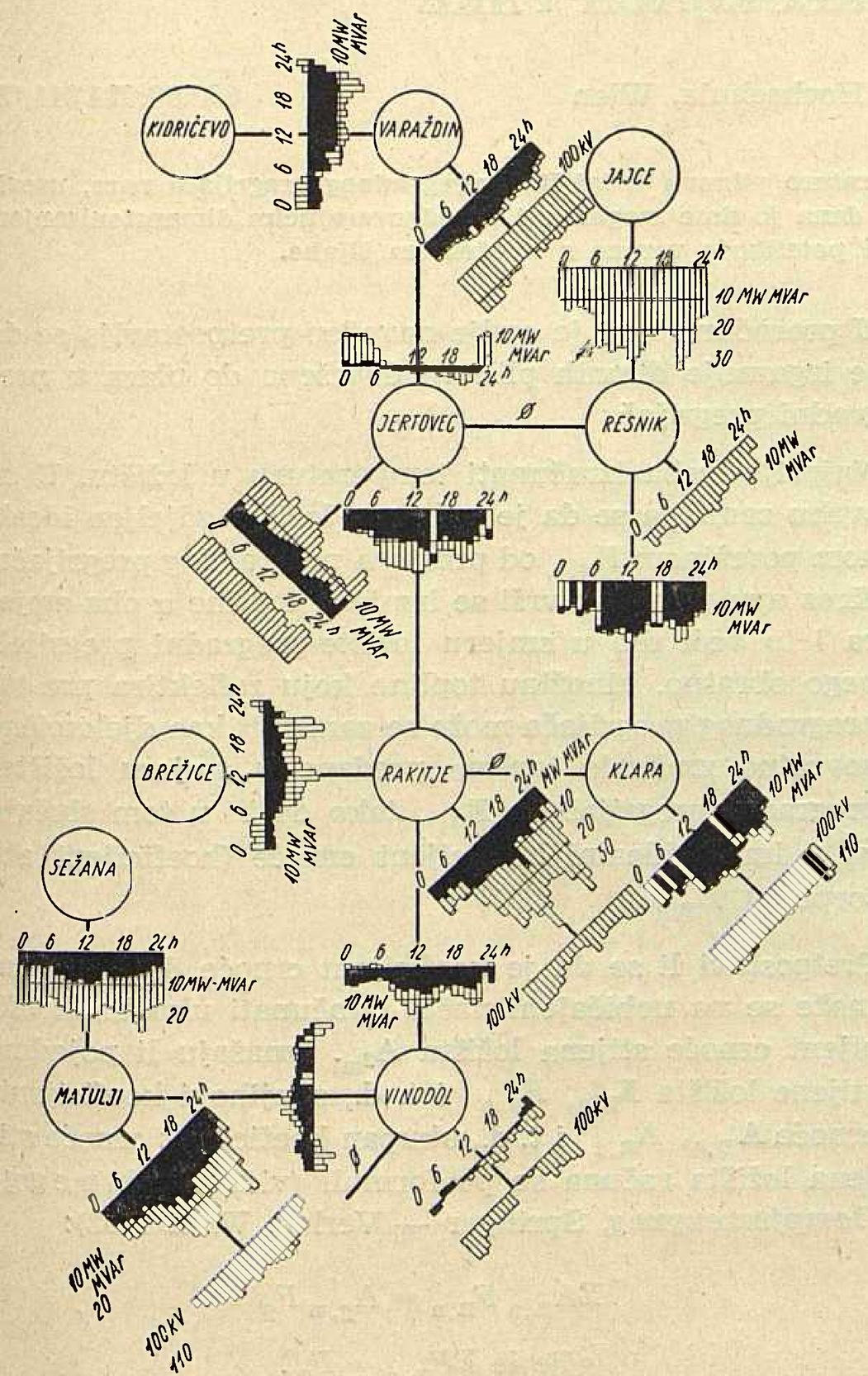
Sl. 1. Tokovi djelatnih i jalovih snaga te naponske prilike u 110 kV mreži sjeverozapadne Hrvatske na dan 16. 1. 1957. god.

16. 1. 1957. osobit je za pogonske prilike u promatranoj mreži stoga što je tog dana TE Jertovec bila izvan pogona, radi kvara na generatoru. Istog dana HE Vinodol radila je sa dosta velikom proizvodnjom, dok su se preostale potrebe potrošača namirivale dobavom iz NR Slovenije. Najjače opterećeni vod tog dana bio je dalekovod Brestanica-Rakitje, sa maksimalnim opterećenjem nešto preko 40 MW. Novi vinodolski vod bio je tog dana izvan pogona, a vodovi za vezu sa NR Bosnom i Hercegovinom u gradnji. Naponske prilike bile su toga dana dosta nepovoljne, te su se naponi kod potrošača kretali između 100 i 110 kV.

Opterećenje vodova prikazano je na slici pomoću dijagrama, tako da dijagrami predstavljaju srednja satna opterećenja djelatnom snagom, dok je opterećenje ja-

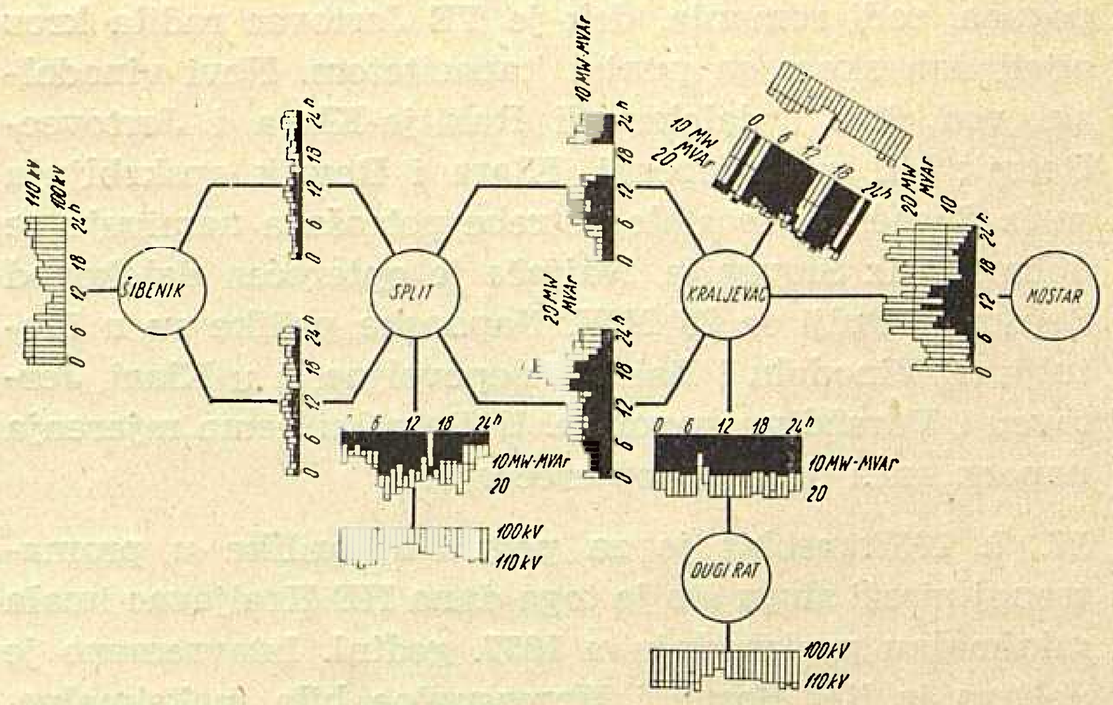


Sl. 2. Tokovi djelatnih i jalovih snaga te naponske prilike u 110 kV mreži sjeverozapadne Hrvatske na dan 20. 3. 1957. god.



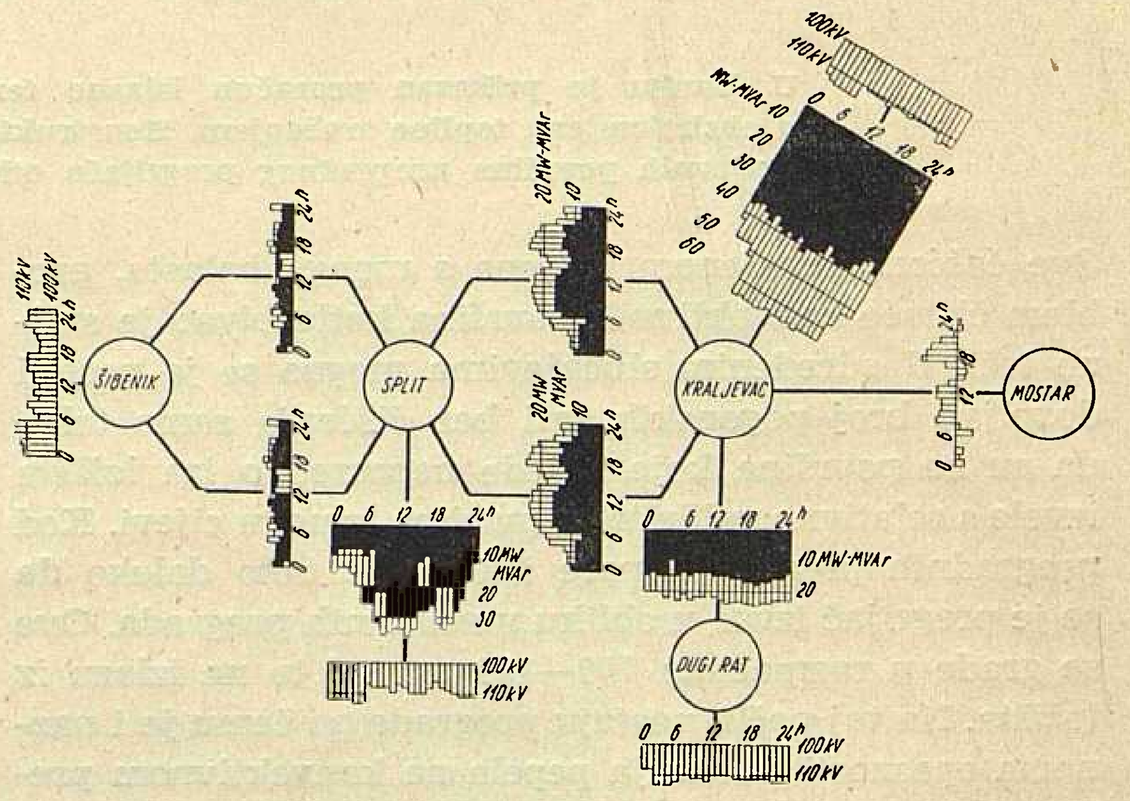
Sl. 3. Tokovi djelatnih i jalovih snaga te naponske prilike u 110 kV mreži sjeverozapadne Hrvatske na dan 21. 8. 1957. god.

lovom snagom zacrnjeno unutar navednog dijagrama. Ukoliko su opterećenja jalovom snagom bila veća od djelatnih opterećenja zacrnjen je, radi preglednosti, samo dio jalovog opterećenja iznad djelatne snage.



Sl. 4. Tokovi djelatnih i jalovih snaga te naponske prilike u 110 kV mreži Dalmacije na dan 17. 7. 1957. god.

Proizvodnja elektrane te opterećenja potrošačkih stanica djelatnom i jalovom snagom prikazana su analogno, samo što je ovdje dodan još i dijagram naponskih prilika. Ukoliko je koji od podataka manjkao, on — jasno — nije unešen u dijagram (na pr. naponi u Resniku radi pomanjkanja mjerenja).



Sl. 5. Tokovi djelatnih i jalovih snaga te naponske prilike u 110 kV mreži Dalmacije na dan 18. 12. 1957. god.

20. 3. 1957. osobit je za pogonske prilike u promatranoj mreži stoga što je tog dana TE Jertovec bila izvan pogona, radi kvara na generatoru, dok je istovremeno proizvodnja HE Vinodol bila minimalna. Istog dana su novi vinodolski vod, kao i vod Klara-Rakitje radili kao kompenzatori, te nisu prenosili djelatnu energiju. Klara se napajala direktno preko Resnika, gdje se tog dana nije vršila transformacija 110/30 kV. Preostale potrebe namirivale su se dobavom iz Slovenije. Najjače opterećeni vod bio je dalekovod Brestanica-Rakitje, oko 40 MW, dok je dalekovod Kidričevo-Varaždin bio u remontu. Naponske prilike bile su vrlo nepo-

voljne, te su naponi kod potrošača iznosili 100 do 105 kV, izuzev Klare gdje je napon varirao između 97 i 110 kV.

21. 8. 1957. osobit je za pogonske prilike u promatranoj mreži stoga što je HE Vinodol bila toga dana izvan pogona, radi remonta, dok je TE Jertovec radila kroz cijeli dan skoro sa punim kapacitetom. Novi vinodolski vod, kao i dalekovodi Rakitje-Klara i Jertovec-Resnik bili su iskopčani. Klara i Resnik opskrbljuju se iz Bosne, a preostale potrebe potrošača namiruju se dobavom iz Slovenije. Najjače je opterećen dalekovod Sežana-Matulji sa 25 MW. Naponske prilike su u Matuljima, Vinodolu i Rakitju nepovoljne, a u Klari, Jertovcu i Varaždinu povoljne. U Resniku nema mjerenja napona, niti jalovog opterećenja.

17. 7. 1957. osobit je za pogonske prilike u promatranoj mreži stoga što je toga dana HE Kraljevac imala minimalnu proizvodnju u 1957. godini. Istovremeno je dobava iz NR Bosne i Hercegovine bila maksimalna. Industrijski potrošač u Dugom Ratu bio je reduciran. Naponi kod potrošača kretali su se između 106 i 112 kV.

18. 12. 1957. osobit je za pogonske prilike u promatranoj mreži stoga što je toga dana HE Kraljevac radila kroz cijeli dan sa skoro punim kapacitetom, dok je dobava iz Bosne — jasno — mala. Redukcija energije toga dana nije bilo. Naponi kod potrošača kretali su se između 106 i 113 kV.

Tokovi djelatnih i jalovih snaga te naponske prilike u 110 kV mreži Slavonije nisu prikazani na slikama. Slavonija je tek 1957. priključena na zemaljsku mrežu 110 kV putem dalekovoda Doboj-Sl. Brod, dok je dalekovod Sl. Brod-Osijek stavljen pod napon tek u prosincu iste godnie. Opterećenja ovih vodova su bila u 1957. godini relativno vrlo mala, a naponske prilike vrlo povoljne, 110 do 114 kV. Potrebno je međutim posebno istaći da se je u toku 1957. dobava energije iz Bosne u Slavoniju naglo povećala od siječnja, kada je maksimalno opterećenje bilo 4,5 MW, do prosinca, sa maksimalnim opterećenjem 17,3 MW. Velika većina dobavljene energije potrošena je u gradu Osijeku, a manji dio u Sl. Brodu.

U svim ostalim mjesecima pogonske prilike kretale su se između opisanih osobitih slučajeva.

PRORAČUN PREGRADNIH PREGRIJAČA PARE*

Prof. dr. ing. M. Ledinegg, Technische Hochschule, Wien

662.98:621.311.22

U članku je prikazan proračun izlazne temperature plinova iz ložišta i pregradnog pregrijača pare, uzevši u obzir izmjenu topline zračenjem. Konstrukteru dana je time mogućnost da odgovarajućim dimenzioniranjem ogrjevnih površina pregradnog pregrijača otkloni poteškoće vezane s taloženjem šljake.

Sve češćom primjenom ugljena s mnogo balasta, problem čistoće konvektivnih površina kotla bivao je stalno teži. U određenim slučajevima mogao se je postići dovoljan broj pogonskih sati bez čišćenja samo tako, da su se površine koje slijede neposredno iza ložišta izvele s relativno velikim razmacima između cijevi. Kod pregradnih pregrijača pare išlo se je tako daleko da se je pregrijač izveo u obliku vertikalnih pregrada. Ove se grade u razmacima 700—1200 mm i to na izlazu iz ložišta. Na taj način nastaju pregrade po čemu je i naznema opasnosti taloženja pepela na konvektivnom prema gore unutar ovih pregrada i ohlade se toliko da nema opasnosti taloženja pepela na konvektivnom pregrijaču pare. Ukoliko ipak dođe do taloženja na pregradnom pregrijaču, naslage šljake nisu opasne, jer ne mogu toliko narasti da potpuno zatvore prostor za strujanje plinova.

Za konstruktere kotlova nameće se problem proračuna temperature ložišta uzevši u obzir zračenje ložišta na pregradni pregrijač i njegovo vratno zračenje (refleksiju) u ložište. Kao drugo pitanje treba riješiti temperaturu dimnih plinova na izlazu iz pregradnog pregrijača.

U proračunu koji je ovdje naveden pretpostavlja se da je izgaranje dimnih plinova dovršeno do ulaza u pregradni pregrijač.

Najprije treba izračunati temperaturu u ložištu. U tu svrhu zamišlja se da je volumen ložišta odjeljen idealnom površinom $F_{R,1}$ od prostora pregradnog pregrijača. Kroz ovu površinu vrši se izmjena topline u oba smjera i to veći dio u smjeru ložište-pregradni pregrijač, nego obratno. Množinu topline koju reflektira prostor pregradnog pregrijača može se zamisliti kao djelomično povratno zračenje topline predane u smjeru ložište-pregradni pregrijač na $F_{R,1}$, tako da bi u tom slučaju $F_{R,1}$ imala idealni koeficijent crnoće (koeficijent absorpcije) $A_{R,1}$.

Pretpostavi li se da je koeficijent crnoće $A_{R,1}$ poznat može se na uobičajeni način izračunati ukupan koeficijent crnoće stijena ložišta A_{2m}. Iznašaju li pojedine stijene ložišta $F_{R,2}$, $F_{R,3}$ i t. d., a njihovi koeficijenti crnoće $A_{R,2}$, $A_{R,3}$ i t. d., ukupan koeficijent crnoće stijena ložišta računa se po formuli (vidi Ledinegg: *Dampferzeugung*, Springer — Verlag, Wien 1952):

$$\Sigma A_{R,n} F_{R,n} = A_{2,m} F_2 \qquad (1)$$

$$\text{gdje je } \Sigma F_{R,n} = F_2 .$$

Izračuna li se, također na poznati način, srednji koefi-

* Autor je pod naslovom Die Berechnung von Schottüberhitzern održao referat (G 266$_2$/3) na Svjetskoj energetskoj konferenciji 1956. god. u Beču. Prijevod je izvršio ing. Stjepan Heer uz autorovo odobrenje za publiciranje.

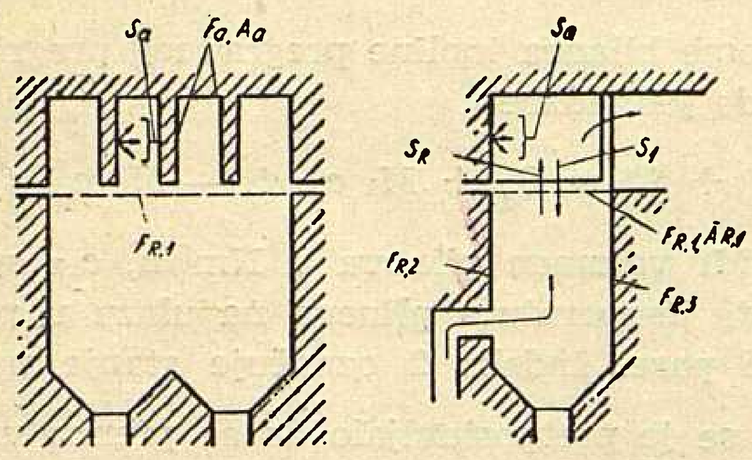
cijent crnoće plamena $A_{1,m}$, a uz površinu plamena F_1, dobiva se konstanta zračenja za zračenje od plamena na stijene ložišta iz jednadžbe

$$C = \frac{5{,}21}{\frac{1}{A_{1,m}} + \frac{F_1}{F_2}\left(\frac{1}{A_{2,m}} - 1\right)}. \qquad (2)^1$$

Pomoću jednadžbe (2) može se izvršiti na poznati način proračun izlazne temperature ložišta.

Cilj slijedećih razmatranja je određivanje veličine koeficijenta crnoće $A_{R,1}$.

U tu svrhu ispitat će se ravnoteža zračenja u prostoru pregradnog pregrijača. Ovaj prostor ispunjen je plinovima čija energija zračenje iznaša $E_G = 4{,}96\ (T_G/100)^4$ (kcal/m²h). Koeficijent crnoće ovog prostora iznaša A_G, tako da stvarno zračenje iznaša $A_G E_G$. Pojedine granične površine ovog prostora su $F_{a,1}$, $F_{a,2}$ i t. d., a pripadajući koeficijenti crnoće $A_{a,1}$, $A_{a,2}$ i t. d. Prema tome $F_a = \Sigma F_{a,n}$ je suma graničnih površina, no bez granične površine prema ložištu $F_{R,1}$ (Sl. 1).



Slika 1.

Koeficijenti crnoće $A_{a,1}$, $A_{a,2}$ ovise o obliku graničnih površina. Radi li se, na primjer, o cijevnim pregradama između dva prostora, tada je uz promjer cijevi d i korak cijevi t približno

$$A_{a,1} = d/t. \qquad (3)$$

Ako je pak iza cijevi šamotni zid (slučaj stropa ili bočnih površina) tada je

$$A_{a,1} = 1 - (1 - d/t).^2 \qquad (4)^2$$

Koeficijent crnoće pojedinih površina mora se uzeti prema udjelu dotične površine slično jednadžbi (2) t. j.

$$A_a\, \Sigma F_{a,n} = \Sigma A_{a,n}\, F_{a,n}, \qquad (5)$$

tako da je A_a srednja vrijednost za F_a.

Nadalje, cjelokupno zračenje ložišta, koje prolazi kroz površinu $F_{R,1}$ u prostor pregradnog pregrijača, neka iznaša S_R, dok S_a neka iznaša cjelokupno zračenje površine F_a. Tada će biti

$$(1 - A_a)\, S_R\, (1 - A_G) + E_G A_G F_a (1 - A_a) + \\ + S_a (1 - F_{R,1}/F_a)(1 - A_G)(1 - A_a) = S_a \qquad (6)$$

Prvi član jednadžbe kaže da od energije S_R stiže dio $(1 - A_G)$ do površine F_a, koja opet reflektira dio $(1 - A_a)$. Drugi član označava da od odzračene energije $E_G A_G F_a$ plinskog prostora, koja stiže do površine F_a, ova reflektira dio $(1 - A_a)$, gdje je E_G energija zračenja crnog tijela kod temperature plina T_G. (Dio toplinske energije koji se konvekcijom prenosi na površinu F_a ne treba uzeti u obzir jer ne utječe na refleksiju.)

Treći član jednadžbe uključuje konačno povratno zračenje površine F_a na samu sebe. Od zračenja S_a, uzevši u obzir absorpciju prostora ispunjenog plinovima dospijeva opet na površinu F_a dio

$$(1 - A_G)(1 - F_{R,1}/F_a).$$

Površina F_a reflektira opet

$$(1 - A_G)(1 - F_{R,1}/F_a)(1 - A_a).$$

Po jednadžbi (6) dobiva se

$$S_a = \frac{(1 - A_a)\, S_R\, (1 - A_G) + E_G A_G F_a (1 - A_a)}{1 - (1 - F_{R,1}/F_a)(1 - A_G)(1 - A_a)} \qquad (7)$$

Idealni koeficijent crnoće $A_{R,1}$ površine $F_{R,1}$ proizlazi iz omjera množine topline S_1 emitirane iz prostora pregradnog pregrijača u ložište i množine topline S_R emitirane u suprotnom smjeru. Istovremeno refleksioni koeficijent iznaša $1 - A_{R,1}$.

Množina topline S_1 zračena iz prostora pregradnog pregrijača u ložište iznaša

$$S_1 = E_G A_G F_{R,1} + S_a (1 - A_G)\, F_{R,1}/F_a. \qquad (8)$$

Prvi član jednadžbe daje zračenje plina u prostoru između pregrada pregrijača pare na površinu $F_{R,1}$, a drugi član se odnosi na dio zračenja S_a koji dospijeva od F_a na $F_{R,1}$ uzevši u obzir absorpciju plinskog prostora.

Ukupna energija zračenja koja dospijeva iz ložišta do pregradnog pregrijača iznaša

$$S_R = \frac{(T_1/100)^4 \cdot C F_1 F_{R,1}}{A_{2m} F_2}. \qquad (9)$$

Izraz $(T_1/100)^4\, C F_1$ predstavlja cjelokupnu izmjenu topline između plamena i granične površine F_2. Podijeli li se ovaj izraz s površinom F_2, koja je obično veća od površine plamena F_1, dobiva se prijenos topline po 1 m² granične površine.

Ukupno zračenje na graničnu površinu slijedi dijelenjem s računskim koeficijentom crnoće A_{2m}. Pomnoži li se ovaj dobiveni izraz s površinom $F_{R,1}$ slijedi konačno ukupna predana množina topline prema jednadžbi (9) od ložišta u prostor pregradnog pregrijača pare. Primjenom jednadžbe (8) i (9) kao i primjedbe po jednadžbi (7) slijedi

$$1 - A_{R,1} = \frac{S_1}{S_R} = \frac{E_G A_G F_{R1} + S_a (1 - A_G)\, F_{R,1}/F_a}{\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 \frac{C F_1 F_{R,1}}{A_{2m} F_2}}. \qquad (10)$$

Temperatura u prostoru pregradnog pregrijača T_G kao i T_1 u ložištu koje su mjerodavne za prijenos topline zračenjem, ne razlikuje se mnogo u području površine

[1] U konstanti 5,21 sadržan je utjecaj konvekcije od 5%. (Primjedba prevodioca).
[2] $A_{a,1}$ indentičan je s koeficijentom crnoće ispitivanim za razne t/d po Eckert-u (Primjedba prevodioca).

$F_{R,1}$. Uvrsti li se jednadžba (7) u jednadžbu (10) uz $T_1 = T_G$ dobiva se idealni koeficijent crnoće

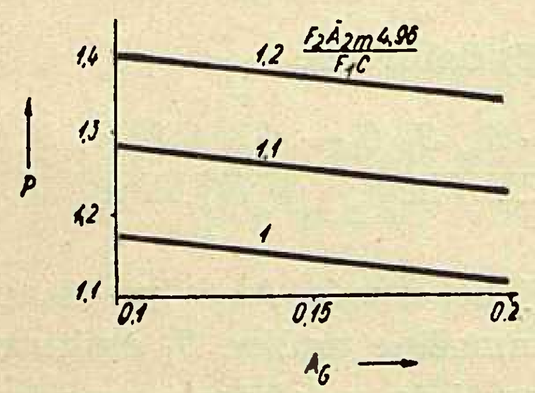
$$A_{R,1} = 1 - A_G \left[\frac{4{,}96\, A_{2m} F_2}{C F_1} + \right. \tag{11}$$

$$\left. + \frac{(1-A_a)\left[(1-A_G)^2 \cdot \frac{F_{R,1}}{F_a \cdot A_G} + 4{,}96(1-A_G)\frac{A_{2m} F_2}{C F_1}\right]}{1-(1-F_{R,1}/F_a)(1-A_G)(1-A_a)} \right]$$

Označimo li izraz u najširoj zagradi s P, glasi jednadžba (11)

$$A_{R,1} = 1 - A_G P.$$

Na slici 2 prikazan je izraz P u ovisnosti koeficijenta crnoće A_G i izraza $4{,}96\, A_{2m} F_2 / (C F_1)$.



Slika 2.

Proračun je izvršen uz $A_a = 0{,}9$ i $F_{R,1} / F_a = 0{,}1$. Kao što je vidljivo, vrijednost izraza P leži između 1,1 i 1,4, t. j. srednja vrijednost iznaša približno 1,25. Prema tome za većinu slučajeva može se izračunati koeficijent crnoće površine F_{R1}, po jednadžbi

$$A_{R,1} = A_G\, 1{,}25 \tag{12}$$

Naročito u početku proračuna treba upotrijebiti ovaj izraz za prvo određivanje temperature ložišta odnosno konstante zračenja C [jednadžbe (1) i (2)].
Mora li se izvršiti točan proračun, tada se s približnom vrijednosti konstante zračenja C izračuna $A_{R,1}$ po jednadžbi (11). S dobivenim $A_{R,1}$ treba tada ponoviti proračun.
Ukupna množina topline Q_g, koja se prenosi zračenjem ložišta i prostora pregradnog pregrijača slijedi po jednadžbi (8) i (9)

$$Q_g = S_R - S_1. \tag{13}$$

Izvrši li se točan proračun t. j. bez približenja može se jednadžba (13) pisati s upotrebom dvaju članova lijeve strane jednadžbe (10)

$$Q_g = S_R - (1 - \bar{A}_{R,1})\, S_R \tag{14}$$

Ovaj izraz može se pomoću jednadžbe

$$\bar{A}_{R,1} = 1 - A_G P$$

transformirati u

$$Q_g = S_R (1 - A_G P) \tag{15}$$

Cjelokupno povratno zračenje površine F_a označili smo sa S_a i izveli jednadžbu (7). Iz S_a dobiva se ukupna preuzeta množina topline S po jednadžbi

$$S = \frac{S_a A_a}{1 - A_a} \tag{16}$$

Izraz $S_a/(1 - A_a)$ daje ukupnu množinu topline koja dospijeva na F_a. Pomnoži li se ovaj izraz s A_a dobiva se preuzeta množina topline. Uvrsti li se jednadžba (7) u jednadžbu (16) imati ćemo.

$$S = \frac{S_R (1 - A_G) A_a + E_G A_G F_a A_a}{1 - \left(1 - \frac{F_{R1}}{F_a}\right)(1 - A_G)(1 - A_a)} \tag{17}$$

Označi li se jednostavnosti radi nazivnik sa N, slijedi preuzeta množina topline S', koja potječe samo od isijavanja plamena

$$S' = S_R (1 - A_G) A_a / N. \tag{18}$$

S druge strane preuzeta množina topline S'' koja potječe od isijavanja plinskog prostora iznaša

$$S'' = E_G A_G F_a A_a / N. \tag{19}$$

Učinimo li bilancu topline prostora pregradnog pregrijača pare, to primljena množina topline $S' + S''$ može potjecati od isijavanja Q_g ložišta kao i od isijavanja plinskog prostora pregrijača pare, kod čega ovo posljednje prouzrokuje sniženje temperature u plinskom prostoru.

Prema tome bilanca topline pregradnog pregrijača pare vodi do jednadžbe

$$S' + S'' = Q_g + M_1 c_{p1} t_1 - M_2 c_{p2} t. \tag{20}$$

gdje je M_1 volumen plinova u Nm^3/h, c_{p1} specifična toplina, t_1 temperatura plinova na ulazu u pregradni pregrijač pare. Indeks 2 označuje stanje na izlazu.

Do sada se je pretpostavljalo da se prenos vrši samo isijavanjem. Želi li se uzeti u obzir prenos topline i konvekcijom, mora se dodati još jedan izraz. Tada se dobiva iz jednadžbe (20), a uz uvrštenje S' i S'' po jednadžbi (18) i (19) odnosno Q_g po jednadžbi (15):

$$S_R \left[\frac{(1 - A_G) A_a}{N} - (1 - A_G P) \right] + \frac{A_G A_G F_a A_a}{N} +$$
$$+ F_a K \Theta = M_1 c_{p1} t_1 - M_2 c_{p2} t_2 \tag{21}$$

Ovaj izraz omogućuje proračun pada temperature dimnih plinova unutar pregradnog pregrijača pare, a kod određene (na pr. postojeće) površine pregradnog pregrijača pare F_a. Iz proračuna ložišta poznato je S_R, dok je E_G energija zračenja kod srednje temperature plinova.

$$\left(\frac{\frac{t_1 + t_2}{2} + 273}{100} \right)^4 \cdot 4{,}96 = E_G.$$

K je koeficijent prolaza topline konvekcijom, F'_a pripadajuća ogrijevna površina, a Θ temperaturna razlika između srednje temperature plinova i srednje temperature pare t_m.

$$\Theta = \frac{t_1 + t_2}{2} - t_m.$$

Prema tome u jednadžbi (21) t_1 je poznato, jer je temperatura ložišta jednaka ulaznoj temperaturi u pregradni pregrijač pare, dok se t_2 traži. Rješenje se može naći predpostavljanjem temperature t_2.
Naravski, može se računati i obrnuto, t. j. odabrati t_2, a tražiti F_a. To bi značilo da se traži površina F_a

kod koje će se postići propisano (odabrano) ohlađenje dimnih plinova.

Zagrijanje pare u pregradnom pregrijaču pare iznaša:

$$D\,(i_2 - i_1) = Q_g + M_1\, c_{p1}\, t_1 - M_2\, c_{p2}\, t_3 \qquad (22)$$

gdje je D količina pare u kg/h, i_1 i i_2 sadržaj topline pare na ulazu odnosno izlazu pregrijača pare.

Množina topline S' po jednadžbi (18) dospijeva isijavanjem neposredno iz ložišta na pregradni pregrijač pare, a da ne sudjeluje u isijavanju plina u istome. Plinovi predaju pare u pregradnom pregrijaču pare samo množinu topline

$$S'' + F_a\, K\, \Theta = D\,(i_2 - i_1) - S' \qquad (23)$$

TRANSFORMATORSKA STANICA 110/50 kV VLAŠKA (RAŠA)

Dušan Kirinčić, Elektrana Rijeka

621.311.42

Članak predstavlja opis toka izgradnje sa stanovišta investitora i daje podatke o izgradnji. U prvoj etapi stanica je izgrađena sa snagom od 20 MVA, jednim vodnim 110 kV poljem, sa šest polja 50 kV i sa po dva rezervna polja 110 odnosno 50 kV. Znatan dio opreme je bio prenesen iz likvidiranog 50 kV dijela stanice Matulji. Izgradnja je započeta u prosincu 1955., a stanica je puštena u pokusni pogon u prosincu 1957.

Još tokom radova na rekonstrukciji i proširenju TS Matulji, bilo je očito, da će se tim radovima riješiti pitanje opskrbe riječkog područja, ali da istovremeno treba pristupiti razmatranju problema na području Istre.

Donošenjem odluke, da se u TS Matulji likvidira 50 kV napon i pređe na 30 kV, zaključeno je, da se demontirana oprema u Matuljima iskoristi prilikom gradnje nove 110 kV trafostanice na području Istre, gdje je u području ugljenokopnog bazena 50 kV mreža vrlo razvijena, te bi prijelaz na 30 kV predstavljao znatne izdatke, koji s obzirom na stanje tamošnjih postrojenja ne bi bili ekonomski opravdani. S druge strane, naponske prilike na istarskom području pogoršavale su se iz godine u godinu. Tokom razmatranja odlučeno je, da se u blizini Raše izgradi nova 110 kV transformatorska stanica, koja će sekundarno imati napon 50 kV time, da u prvoj fazi bude 110 kV stanica za opskrbu istarskog područja, a kasnije stanica za opskrbu područja ugljenokopa kao najvećeg potrošača i stanica za prijenos energije u Pulu.

Već god. 1954. bio je odobren zajam za rekonstrukciju voda Matulji — Labin sa 50 kV na 110 kV uz produženje do mjesta nove stanice. Ti radovi su bili završeni u prvoj polovini 1955. Ovdje nije bez interesa spomenuti, da je vod Matulji — Labin bio već prije rata izgrađen kao 132 kV vod, ali izoliran i u pogonu sa 50 kV.

Istra, koja je prije Oslobođenja bila uklopljena u sjeverotalijanski energetski sistem, imala je izvjesni plan postavljanja 132 kV trafostanica, koji se razlikuje od današnjih koncepcija. Bilo je korisnije, da se je postojeći vod mogao u kratkom roku rekonstruirati za novi napon uz znatno niže troškove, negoli da se moralo pristupiti izgradnji potpuno novog voda.

U prvoj polovini 1955. dana je suglasnost na početak izgradnje transformatorske stanice Vlaška — Raša. Početkom srpnja predana je banci potrebna dokumentacija. Bančina komisija uzela je zahtjev za zajam u razmatranje u rujnu, te dala suglasnost za izgradnju I. etape stanice, t. j. bez opreme za 110 kV vod, prema Puli i bez dodatnog regulacionog transformatora. Tom prilikom odlučeno je da će se, ukoliko u budućnosti bude potreban regulacioni transformator, to pitanje naknadno razmotriti.

U listopadu 1955. banka je odobrila otvaranje akontacije za početak radova, ali to nije značilo, da su i financijska sredstva likvidna, zbog poteškoća oko polaganja garantnog iznosa. Tokom g. 1956. i 1957. zbog nepravovremenog polaganja garantnog iznosa došlo je također do kraćih obustava isplata. Garantni iznos za ovaj objekt polagali su: g. 1955. Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, g. 1956. Narodni odbor kotara Rijeka, a g. 1957. Narodni odbor kotara Pula, odnosno općina Labin.

Investitor objekta »Elektra« Rijeka, raspisala je odmah nadmetanje za građevinske radove. Krajem studenoga zaključila je ugovor sa građevnim poduzećem »Jadran« iz Rijeke za izvedbu građevinskih radova, koji su početi potkraj 1955. Nadmetanje za montažne radove i rasplete te ugovaranje domaće opreme bilo je uglavnom dovršeno do travnja 1956. Usprkos brzim zahvatima, nastalo je pitanje pravovremenog osiguranja uvozne opreme. Potrebni broj inostranih ponuda za glavnu opremu (izuzev telekomunikacione) skupljen je do početka 1956. Banka je uz izvjesna odstupanja odobrila uvoz. Kod nekih skupina ključne opreme banka je predložila skretanje na drugu zemlju uvoza, odnosno da se traže dopunske ponude. To je ponukalo investitora, da uspori građevinske radove, kako ne bi došlo do eventualnih promjena na građevinskim radovima, a time i do poskupljenja.

Traženje dopunskih podataka pokazalo je, da treba prihvatiti prvi prijedlog investitora, te je i na te nabavke dana naknadna suglasnost. Usprkos tome, do samog zaključivanja nije došlo s obzirom na vrstu odobrenih sredstava: praktično se ugovaranju moglo pristupiti tek u studenom 1956. To je imalo za posljedicu da se je uvozna oprema mogla zaključivati u času, kada je — prema planu — trebala početi stizati na radilište. Pojedine ponude trebalo je obnavljati, a pojedini rokovi isporuke postali su duži od prvotno nuđenih. Ovaj je momenat, prikazan nešto opširnije, jer da njega nije bilo, stanica bi ušla znatno prije u probni pogon. Posljedica prednjeg je bila, da je glavnina uvozne opreme stizala tek u II. polugodištu 1957., od

čega komandni ormarići i mjerni transformatori čak potkraj studenoga 1957.

Što se tiče domaće opreme treba reći, da je i tu bilo kašnjenja prema rokovima iz ugovora, no s obzirom na dugačke rokove uvozne opreme, ta zakašnjenja nisu poremetila u znatnijoj mjeri tok radova, izuzev poteškoću, da je povremeno trebalo vršiti pregrupaciju u toku montažnih radova.

Gdje je postojala mogućnost biranja između više isporučilaca, tražilo se paralelne ponude u pogledu jamstva, cijena i rokova, što se je pokazalo korisnim te je imalo odraza na rok dovršenja objekta.

Možda ne će biti suvišno navesti, da se tokom gradnje ukazala potreba, da se izvrši dodatno uzemljenje u vezi zaključka, da se i u Hrvatskoj pređe na kruto uzemljenje. To je uslijedilo u momentu, kada je već uzemljenje po ranijem projektu bilo dogotovljeno, ali se za te radove koristilo vrijeme kašnjenja pojedine opreme tako, da je ovaj objekt izveden odmah kao stanica za kruto uzemljenu nul-točku.

Usporedba plana izgradnje sa realizacijom

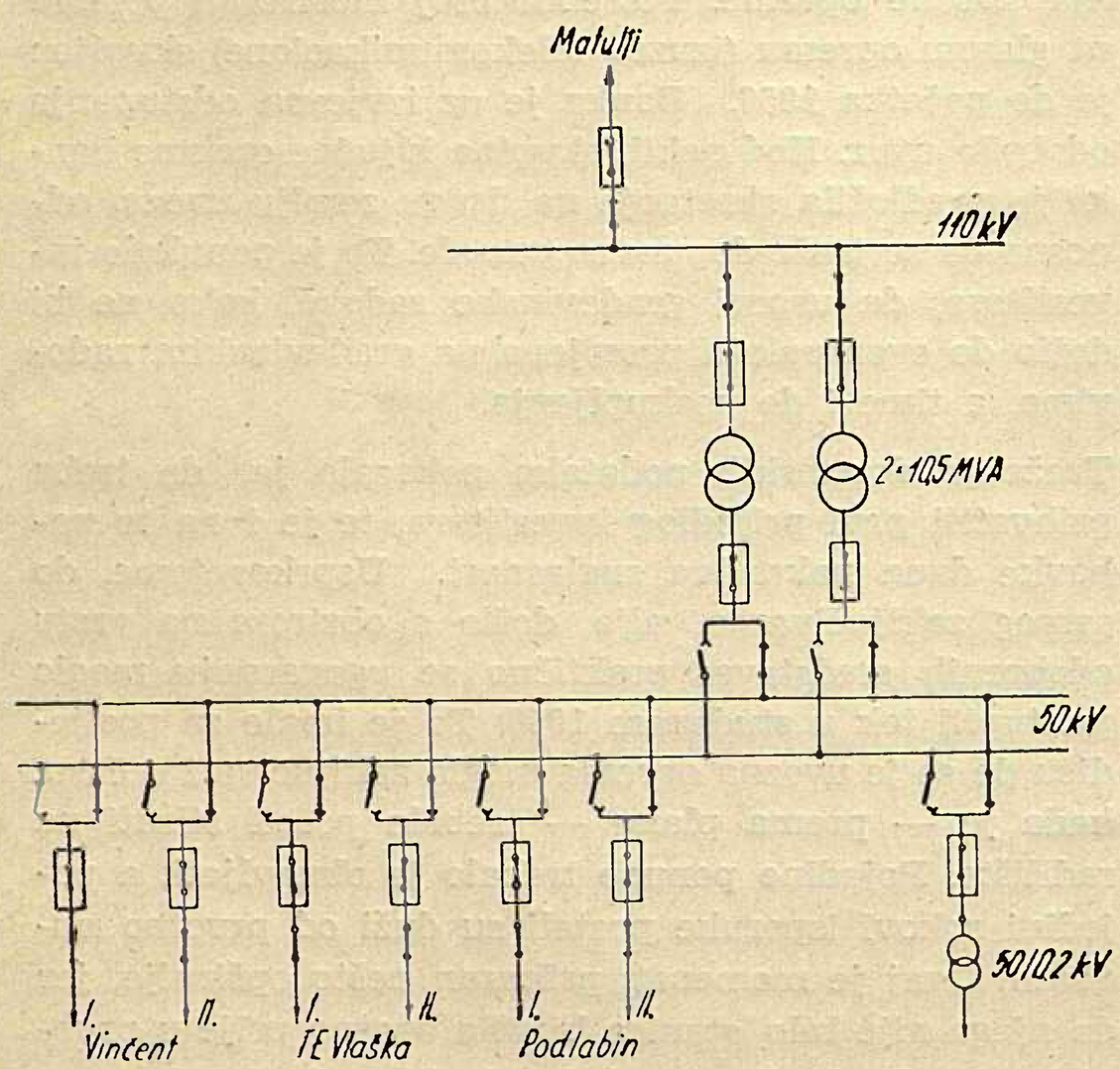
Prema prvotnom planu i ugovoru sa bankom objekt je trebalo dovršiti i staviti u probni pogon do 1. I. 1958. U tom momentu bilo je jasno, da se čitav objekt ne će moći odjednom staviti u probni pogon, jer se na nj uklapa i dio postojećih postrojenja, na kojima treba izvršiti neke promjene ili dodavanje novih dijelova (na pr. produženje vodova od postojećih trasa do polja u stanici, uz potrebne preinake na mjestima priključka na postojeće 50 kV dalekovode). Treba spomenuti, da se i kod raspleta orijentiralo na smanjenje troškova već u investicionom programu t. j. predviđalo se upotrijebiti oslobođene stupove iz jednog dijela raspletnih trasa kao stupove u slijedećim raspletima. Isto su tako transformatori stajali u provizornom pogonu, te je njihov dovoz na mjesto montaže ovisio o energetskoj situaciji t. j. o vremenu, u kojem će se moći staviti izvan pogona, a da uslijed toga ne nastupi potreba redukcije u istarskom bazenu.

Ovi momenti su dirigirali plan stavljanja stanice u pogon, koja je prema prvotnoj zamisli trebala ući u pogon tri mjeseca prije.

Dio građevinskih radova tehnički je pregledan još u lipnju 1957. To su bili montažni toranj i komandna zgrada. Preostali građevinski radovi su tehnički pregledani zajedno sa elektrouređajima, polovicom prosinca, prije stavljanja u pogon dijela stanice.

27. prosinca 1957. prvi dio transformatorske stanice Vlaška (Raša) stavljen je u probni pogon i to: ulazno 110 kV polje iz Matulja, mjerno 110 kV polje, jedno transformatorsko polje sa transformatorom 110/50 kV, snage 10,5 MVA, zatim 50 kV polje prema TE Vlaška i dva 50 kV polja u smjeru Podlabina. Zajedno sa prednjim stavljeni su u pogon i odgovarajući zaštitni i mjerni uređaji, te vlastita transformacija i akumulatorski dio, kao i telekomunikacioni uređaji. Telekomunikacioni uređaji nisu definitivno izvedeni, već su dijelom spojeni kao provizorij. Sam kabel između TS Raše i TE Vlaške nije još u radu, nego su u toku završni montažni radovi.

Preostalo je još da se stavi u pogon dvostruki rasplet prema Vinčentu, još jedan transformator, veza između stanice Raša i TE Vlaška, te jedan 50 kV vod prema TE Vlaška, uključivši vezu u samoj TE Vlaška. Drugi transformator je već prevezen u stanicu jer je u Matuljima izišao iz pogona na dan stavljanja u pogon TS Vlaške. Radovi na raspletu Vinčent ulaze u završnu fazu. Svi ti radovi predvidivo se dovršavaju tokom siječnja i do 1. veljače 1958. stavljeni su u probni pogon. Preostaje još priključak stanice na termoelektranu Vlaška i to ne zbog samog raspleta 50 kV vodova, koji je dovršen, već zbog završnih radova na komandnim i zaštitnim uređajima u samoj termoelektrani. Ovi radovi nisu mogli prije započeti, budući da se duže vremena sa Istarskim ugljenokopima rješavalo pitanje tih priključaka, dok je dobivena njihova suglasnost.



Sl. 1. TS Vlaška–Raša, pojednostavljena shema stanice u probnom pogonu.

Oprema i izvođači

Projekt transformatorske stanice izradio je »Elektroprojekt«, Zagreb, a projekte raspleta poduzeće »Dalekovod«, Zagreb.

Građevinske radove na izravnavanju platoa izvodilo je građevno poduzeće »Vodogradnja« iz Rijeke tokom 1955., dok je sve ostale građevinske radove izvelo riječko građevno poduzeće »Jadran«. Razlog ove dvojake izvedbe je u činjenici da je za izravnanje platoa bila raspisana licitacija, kako bi se dobilo na vremenu izgradnje, a za glavne radove posebna licitacija, što je imalo za posljedicu, da se najpovoljniji ponuđači ovih licitacija razlikuju.

Montažne radove na transformatorskoj stanici, kao i sve radove na raspletima, uzemljenjima i polaganjima kabela izveo je »Dalekovod« iz Zagreba.

Montažu dizalica u tornju izvršila je »Metalna« iz Maribora. Montažu instrumenata, brojila i zaštite izvršila je »Hidromontaža« iz Maribora, koja je ujedno bila i isporučilac svih komandnih i relejnih ploča za ovaj objekt. »Hidromontaža« iz Maribora izvršila je i montažu uređaja za gašenje požara, a i transporte transformatora izvršilo je isto poduzeće.

Transformatori, zatim jedan dio rastavljača i sklopki upotrebljeni su od opreme, koja je ostala raspoloživa nakon rekonstrukcije TS Matulji sa 110/50 na 110/30 kV time, da su remonti rastavljača izvršeni dijelom u radioni »Elektrane« Rijeka, a dijelom kod TEP-a. Revizije i remonte sklopki izvršio je »Dalekovod«, Zagreb, a revizije transformatora »Elektroprenos«. 80-tonsku dizalicu izradila je i isporučila »Metalna« iz Maribora. Dok je sve ploče izradila »Hidromontaža«, dio domaće opreme i materijala za te ploče isporučila je u cijelosti »Elektroopskrba« iz Zagreba.

Telefonski kabel od 20 parica za vezu trafostanice sa termoelektranom isporučila je Tvornica kabela iz Svetozareva preko Elektroopskrbe, a tako i signalni kabel za vezu.

Posredovni stol isporučila je »Telekomunikacija« iz Ljubljane, koja je ujedno izvršila i njegovu montažu. VFT aparature su od zagrebačke »Radioindustrije« isporučene putem »Elektroopskrbe«.

Ostalu domaću opremu isporučivala je »Elektroopskrba«, a montažni materijal i signalne kabele na temelju uvjeta licitacije montažnih radova montažno poduzeće »Dalekovod«.

Uvozna oprema je većinom dobavljena iz Italije, zaštitni uređaji iz Zapadne Njemačke, brojila i neki instrumenti iz ČSR, telekomunikaciona oprema iz Švicarske, a neke manje isporuke su iz Austrije, Nizozemske i Istočne Njemačke.

Dok je 110 kV rastavljače isporučila tvornica »Rade Končar« iz Zagreba, pogon za njih je nabavljen od tt. »Galileo« iz Italije, koja je isporučila i 50 kV rastavljače sa i bez motornog pogona te sklopke.

Mjerni transformatori su svi iz Italije, najviše od tt. »Galileo« zatim od »CGS«.

Brojila svih vrsta i dvostruke frekvencmetre isporučila je tt. »Kov« iz Čehoslovačke.

Švicarska tt. »Sprecher Schuh« isporučila je katodne odvodnike sa brojačima udaraca kako za 110, tako i za 50 kV stranu

Od tt. »BBC« iz Švicarske nabavljen je uređaj za telekomunikacije izuzev samih VFT aparatura, uključivši i motor-generator. Dio zaštitnih releja je od »Iskre« iz Kranja, a ostatak od njemačke tt. »Siemens« i austrijskog »AEG - Union«.

Uređaj za gašenje požara je od njemačke firme »Walther«.

Cjelokupni uvoz opreme izvršen je preko zagrebačke »Elektroopskrbe«.

Montažu telekomunikacionog uređaja izvršila je odgovarajuća grupa stručnjaka Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, koja je izvršila i preuzimanje te opreme.

Investitor je od početka do završetka radova bilo poduzeće »Elektrana« iz Rijeke.

Stavljanje u pogon izvršio je budući korisnik stanice, zagrebački »Elektroprenos«, čije ljudstvo je preuzelo pogon od prvog dana stavljanja u probni pogon.

Osnovano posebno prijenosno poduzeće »Elektroprenos« početkom 1957. nije preuzelo investitorstvo, jer nije bilo moguće odmah riješiti uvjete, koje postavlja banka kao zajmodavac. Međutim, na temelju sporazuma Elektrane i Elektroprenosa potonji je odmah preuzeo svojim ljudstvom nadzornu službu, dok je Elektrana zadržala odnose s izvađačima, isporučiocima i bankom.

Kako će ovaj objekt pripasti »Elektroprenosu«, ovo rješenje se pokazalo korisnim, jer je spomenuto poduzeće putem svoje nadzorne službe utjecalo na rješavanje tekućih problema i na usklađenje svojih pogonskih potreba. I ljudstvo se je tokom montaže (koja je uglavnom vršena upravo u 1957.) upoznalo s pogonom tokom izvedbe i prisustvovalo ispitivanjima te izvršilo stavljanje u pogon, a od prvog dana vrši i pogonsku službu, iako objekt, kao osnovno sredstvo još nije i formalno predan, jer se još uvijek jednim dijelom nalazi u stadiju investiranja.

Troškovi izgradnje

Prije iznošenja samih troškova izgradnje smatramo potrebnim naglasiti da na ovom objektu nije bilo prekoračenja, te da je izgradnja bila izvedena unutar iznosa odobrenog zajma.

Pregled utroška financijskih sredstava po godinama je slijedeći (u 1000 Din):

Godina	Ukupno	Građevni	Domaća oprema sa montažom	Uvozna oprema	Ostalo
1955	19.173	13.374	—	—	5.799
1956	201.244	79.844	58.184	61.622	1.594
1957	140.712	51.378	74.765	14.109	460
Ukupno	361.129	144.596	132.949	75.731	7.853
Procjena preostalog za 1958	10.494	1.500	6.294	2.500	200
Sveukupno	371.623	146.096	139.243	78.231	8.053

Od procjene za 1958. već je isplaćeno prvih dana oko 2 milijuna dinara, te izvršeno daljnjih poslova za oko 2 milijuna dinara samo na transportu transformatora. Ukupno odobreni iznos zajma bio je Din 375,970.000, što ukazuje da će po dovršenim radovima ostati izvjesna ušteda od približno 4 milijuna dinara. To je, uglavnom, iznos koji je bio predviđen za transport trećeg transformatora, koji naknadnom odlukom Zajednice ne će za sada biti montiran, već ostaje i nadalje u TS Matuljima zbog napajanja 50 kV voda u smjeru Pivke (Slovenija).

Ekonomiziranjem i traženjem višestrukih ponuda investitoru je uspjelo, da — zahvaljujući uvjetima rano održanih licitacija — pokrije povećane troškove dinarskih troškova kod uvozne opreme, kao i da izvede kruto uzemljenje, za koje je zahtjev postavljen tokom same izgradnje . Usprkos činjenici smanjenog obujma uvozne opreme prema prvotnom planu, gdje je to bilo moguće, troškovi globalno odobrenog zajma nisu prekoračeni.

Završna razmatranja

Trafostanica Vlaška (Raša) je po svojoj veličini značajan objekt. Dovoljno je reći, da iako je postavljeno svega jedno vodno 110 kV polje, što se tiče opreme,

izgrađena je tako, da ima još mjesta za dva daljnja 110 kV vodna polja. Na 50 kV strani raspolaže dvostrukim sabirnicama i ima odmah 6 vodnih polja u pogonu te mogućnost priključka još dvaju polja. Ploče su izvedene za kompletno 50 kV postrojenje, te istodobno omogućuju prihvat novih vodnih polja na 110 kV strani, a da u samoj uklopnici nisu potrebni dodatni radovi. Svako novo 110 kV polje zahtijeva samo, da se nabavi potrebna vanjska oprema, izvedu priključci, i polože odgovarajući kabeli. Na 50 kV strani postoji i dio opreme, jer je prvobitno trebao i 50 kV vod prema Puli, da se uvede u ovu stanicu. Kako je potrošak puljskog područja znatno porastao, a izgradnja 110 kV stanice u tom području postala akutnom, to je odlučeno 50 kV vod od Raše do Pule rekonstruirati na 110 kV, zbog čega je otpala upotreba jednog 50 kV polja, a istovremeno će se naskoro popuniti jedno 110 kV polje.

Osim navedenog postoje tri transformatorska polja 110/50 kV. Uočljivo je, da je to velik objekt i da je praktički objekt završen u roku od dvije godine. Radovi su započeli u prosincu 1955., a objekt je stavljen u probni pogon u prosincu 1957.

Prateći prikaz možemo uočiti, da se oko zaključivanja uvozne opreme izgubilo točno 6 mjeseci, što je prouzrokovalo produljenje rokova isporuke za isto vrijeme. Da nije bilo toga, moglo se stanicu završiti i staviti pola godine ranije u probni pogon. Građevni i montažni radovi bi se bili ubrzali bez većih poteškoća. Ipak treba spomenuti, da bi bilo došlo do izvjesnih odstupanja od takve pretpostavke, jer je izvjesna domaća oprema zakasnila 3—6 mjeseci u odnosu na ugovorene rokove, te bi ona bila postala kočnicom dovršenja. Signalne sklopke od »Rade Končara«, koje su bile nužne za stavljanje objekta u pogon, kasnile su čak 14 mjeseci. Na što ukazuju ovi momenti?

Kod izgradnje i najvećih 110 kV transformatorskih stanica grlo izgradnje je isporuka opreme, među kojom odlučnu ulogu igra rok isporuke samih transformatora. Budući da upravo transformatore nije trebalo da se nabavlja za ovu stanicu, moglo se je održati rok izgradnje od 2 godine.

Drugi značajan momenat, da bi gradili brže, je raspolaganje dokumentacijom u času dobivanja sredstava za gradnju, pod čime se razumijeva i raspolaganje licitacionim elaboratima te prethodnim ponudama opreme, na temelju kojih je moguće u kratkim rokovima dobiti obnovljene ponude na bazi važećih tržnih cijena.

Prednje pak nužno nameće misao, da bi trebalo pronaći način, da se za objekte omogući financijska sredstva ne samo za studije i istražne radove, već i za dovršenje glavnih projekata i licitacionih elaborata, te ponuda opreme, jer bi u tom slučaju i rokovi izgradnje, koji se postavljaju, bili realniji, a izbjeglo bi se i niz prekoračenja i dodatnih troškova tokom samog građenja.

Na kraju želim naglasiti, da stavljanje ovog 110 kV objekta u probni pogon predstavlja dvostruki uspjeh. Održan je ugovoreni rok stavljanja u pogon objekta, a nije bilo troškova iznad odobrenog iznosa zajma. Što se pak tiče Istre ovaj objekt je u posljednji čas ušao u pogon, da se poprave tamošnje naponske prilike te da se može udovoljiti povećanim potrebama tamošnje potrošnje, a istovremeno započeti radove na produženju 110 kV prenosne mreže prema slijedećoj kritičnoj točki: Puli.

RAZNO

Premiranje ložača parnih kotlova

Parni kotlovi predstavljaju velikog potrošača raznovrsnih goriva pretežno uglja. Oko 16% od brutto privoda primarne energije troši se godišnje u Jugoslaviji za proizvodnju pare u stabilnim parnim kotlovima.

Kotlovski sastav u našoj zemlji u pretežnom dijelu je u takvom stanju, da se pomoću stručnog rukovanja i pravilnog održavanja mogu postići osjetne uštede goriva. Ove uštede su plod povećanja produktivnosti u korištenju topline putem ličnih napora ljudi, koji rukuju i poslužuju parne kotlove.

Za ove povećane napore i zalaganja preporuča se nagrađivanje po postignutom učinku, t. j. uvođenje sistema premija.

Za ložače parnih kotlova i ostalo osoblje koje poslužuje toplinska postrojenja ova vrsta nagrađivanja, koju nazivamo »premijama«, predstavlja višak zarade pored redovne plaće za povećani uspjeh.

Kod plaćanja po učinku u privredi obično se učinak nadprosječnog rada vidi u povećanoj proizvodnji, zato se može na jednostavan način ustanoviti i protuvrijednost ovog rada. Drukčije je kod ložačkih premija. Proizvedena količina pare nema neposrednog upliva na visinu premije, već samo posredno preko utrošene količine goriva. Ušteđenu količinu goriva ne možemo mjeriti, nju možemo samo posrednim putem utvrditi. U ovom utvrđivanju učestvuju mnogi objektivni i subjektivni činioci, koji se ne daju uvijek točno obuhvatiti, a koje ćemo pokušati objasniti. Neosporno je da premija može ispuniti svoju svrhu samo u slučaju kad se sa dovoljnom točnošću dade utvrditi ekonomski efekat uštede, koja proističe od povećanog zalaganja. Isplaćivanje premija u stalno istom iznosu, bez obzira na uspjeh, ne djeluje stimulativno.

Osnova svake premije mora biti radni učinak veći od prosječnog u pogledu boljeg iskorištenja raspoloživih pogonskih sredstava i sirovina, u našem slučaju uglja i ostalog goriva, t. j. povećanja stepena iskorištenja kotla. Tamo gdje se postavlja problem vrsta i sortimana goriva (na pr. uglja) uključuje se u premiju i zalaganje na uspješnom spaljivanju jeftinih kvalitetno slabijih ugljeva, koji nekad usprkos povećanim naporima osoblja daju slabije toplinsko iskorištenje kotla.

Kod kotlova sa ručnim loženjem ekonommičnost u velikoj mjeri zavisi od ulaganja fizičkih napora i snalažljivosti ložača.

Međutim, kod pojačane mehanizacije loženja, upliv ložača na ekonomiju nije isključen, fizički napori zamjenjuju se sa umnim. Ložač mora donosit pravovremeno

potrebne zaključke za prilagođavanje pogonskim promjenama, i biti snalažljiv ako se želi ekonomičan pogon. I kod automatske regulacije ložač mora biti uvijek spreman da intervenira, što od njega traži snalažljivost i koncentraciju.
Sve ovo dokazuje da je opravdano dati ložaču stimulaciju za intenzivni rad i stalno pažljivo i dobro loženje, tim više što se njegov rad vrši često pod otežanim zdravstvenim uslovima.

Sistemi premiranja

Postoji više sistema na temelju kojih se mogu postaviti osnove za određivanje premija, a to su uglavnome:
1) Na osnovu stepena djelovanja kotlovskog postrojenja.
2) Na osnovu gubitaka kotlovskog postrojenja.
3) Na osnovu udjela otpadnog jeftinog goriva.
4) Na osnovu održavanja propisanih pritisaka i temperatura pare.
5) Na osnovu potroška uglja ili topline po jedinici proizvoda ili po jedinici sirovine, koja ulazi u preradu.

Da vidimo koje su prednosti pojedinih postupaka i kada se primjenjuju:

Premiranje na osnovu stepena djelovanja kotlovskog postrojenja

Ovaj način premiranja ima velike prednosti. Razlog leži u tome što su u stepenu djelovanja sadržani svi gubici, tako da se iz njega može ocijeniti upliv ložača na smanjenje svih gubitaka u kotlu, a ne samo na smanjenje pojedinih gubitaka.
Nedostatak je ovog načina da zahtijeva točna mjerenja, odnosno utvrđivanja:
a) Količine proizvedene pare — mjerenjem količine pare ili napojne vode.
b) Pritisak i temperature pare — očitavanjem termometra i manometra na izlazu iz kotla.
c) Ulazne temperature pojne vode — očitavanjem termometra ulazne vode.
d) Količine goriva — mjerenjem i to kod uglja pomoću vage (automatske ili kontrolne), ili punih kolica (mjerenih). Kod tekućih i plinovitih goriva posebnim instrumentima.
e) Ogrjevne vrijednosti goriva — ustanovljenjem u laboratoriju.

Razlika između, posebnim mjerenjem, ustanovljenog stepena djelovanja i onog koji je postignut u odabranom vremenskom razdoblju (1 smjena, dan, mjesec i t. d.) je osnova za određivanje ušteda, odnosno osnova za određivanja premija.
Za ovaj postupak potrebno je vršiti točna mjerenja navedenih vrijednosti, te stalno vršiti razradu rezultata i analiza. Uslijed toga se ovaj sistem premiranja najčešće primjenjuje u velikim pogonima, koji su snabdjeveni instrumentima i odgovarajućim stručnim kadrovima.

Postupak na osnovu gubitaka u kotlu

U većini pogona koji dolaze u obzir za premiranje ložača primjenjuje se ovaj sistem, kod kojeg se nagrađuje uspjeh ložača na smanjivanju gubitaka kotla.
Najpodesnije mjerilo uspjeha je sadržaj CO_2 u dimnim plinovima iza kotla. Od njega ovisan je, naime, gubitak osjetne topline kotla uslovljen pretičkom zraka, a koji je obično najveći gubitak kotla. Zato on može služiti za približnu procjenu stepena djelovanja kotla, odnosno kao mjerilo uštede goriva. Ovaj način ima prednost što se CO_2 dade lako ustanoviti (na istrumentu očitati odnosno dobiti na traki ucrtano), te se može brzo zaključiti kvalitet rada kotla, odnosno uspjeh ložača. Ovaj postupak dolazi najčešće u primjenu kod srednjih i manjih kotlova.
Nedostatak ovog postupka leži u tome što sadržaj CO_2 ne daje dovoljno uvida u ostale gubitke, koji su sadržani u stepenu djelovanja kotla kao: sadržaj CO, propad kroz roštilj, nesagoreno u šljaki (koje može porasti uslijed forsiranja sadržaja CO_2), ili nedovoljno dogorijevanja uglja i t .d. O tome treba voditi računa pri odmjeravanju premije. Nadalje ekonomični sadržaj CO_2 ovisan je u izvjesnoj mjeri o kvaliteti uglja. Kod upotrebe više vrsta i sortimana uglja treba granicu za ekonomični sadržaj CO_2 utvrditi za svaku glavnu vrstu uglja. Nadalje ekonomični sadržaj CO_2 treba nekad stepenovati prema opterećenju kotla. Kod vrlo kolebljivog opterećenja teško je održavati CO_2 u granicama ekonomičnosti. Kod ovog postupka treba obavezno pritisak i temperature pare kontrolirati, da li se održavaju približno u normalnim granicama.
Kod kotlova sa ručnim loženjem kako znamo sadržaj CO_2 se mijenja prema fazama sagorijevanja. Zato je potrebno i točno poznavanje sadržaja u svim fazama, po mogućnosti na osnovi CO_2 pisača.

Postupak na osnovu udjela jeftinih goriva slabijeg kvaliteta

Kod upotrebe uglja koji imaju slabije osobine pri izgaranju obično visoki postotak pepela ili vlage, nepovoljne osobine šljake i t. d., treba često kombinirati mješavine od više vrsta ugljeva, da bi se omogućila upotreba. U tim slučajevima primjenjuje se postupak premiranja koji se osniva na udjelu uglja slabije vrste u ukupnoj mješavini. Obično se premija stepenuje prema opterećenju kotla uz propisanu osnovu ekonomične mješavine. Da ne bi bio promašen cilj ekonomičnog pogona veže se ovaj postupak nekad uz minimalno propisani sadržaj CO_2 ili stepen djelovanja kotla i t. d.

Postupak na osnovu održavanja propisanih pritisaka i temperatura pare

U nekim pogonima je od naročite važnosti odravanje propisanog stanja pare. Postoje često slučajevi da je otežano držanje pritiska i temperature radi neodgovarajućeg goriva, ili radi toga što se kotao preopterećuje uslijed prevelike potrošnje pare. U takovim pogonima održavanje propisanih pritisaka obično traži od ložača veće napore i za uspješan rad se plaćaju premije.
Da ne bi održavanje propisnog stanja pare išlo na štetu štednje uglja veše se ovaj sistem premiranja nekad još uz propisani minimum CO_2 ili stepen djelovanja i t. d.

Premiranje na osnovu potroška po jedinici proizvoda

Ovaj sistem u načelu predstavlja kolektivno premiranje, jer potrošak topline po jedinici konačnog proizvoda ovisi ne samo od ložača i posluge kotlova, već i od osoblja koje rukuje toplinskom opremom u odjeljenjima izrade i dorade proizvoda, t. j. svugdje tamo gdje se troši para. Često je i upliv pravilnog odvijanja tehnološkog postupka na potrošak pare velik.

Ovaj način premiranja ne treba primjenjivati tamo gdje postoji više konačnih proizvoda i gdje proizvodnja i njen kvalitet podliježu čestim i velikim promjenama. Isto tako nije ovaj postupak sposoban za primjenu tamo gdje potrošak pare ovisi o drugim utjecajima, a ne samo od zalaganja osoblja (kemijski proces i sl.).
Ovim zahtjevom ograničava se ovaj način premiranja praktično samo na usko područje primjene. Navest ćemo nekoliko primjena:
Tvornice šećera.
Tu se obračunava potrošak topline u količini određenog goriva ili gorivom dovedene topline na 100 kg sirove repe, koja ulazi u preradu.

Pivare	obračunava	se	na	100 l piva određenog kvaliteta
Tvornica špirita	„	„	„	hl^0 špirita
Mljekara	„	„	„	1000 l mlijeka
Ciglane	„	„	„	1000 kom. cigle ili crijepa
Sušare	„	„	„	1000 kg osušene robe

i t. d.

Obično kvalitet sirovine u procesu proizvodnje utječe na potrošak topline, isto tako kapacitet i ravnomjernost proizvodnje i drugi činioci. Uslijed toga potrošak topline po jedinici proizvoda se mijenja, te ga treba nekada dnevno, a nekada mjesečno ili tromjesečno ustanovljavati (dnevni, mjesečni, tromjesečni i godišnji prosjek). Kod proizvodnje robe u tvornicama, gdje je upliv procesa proizvodnje minimalan ili ložaći istovremeno rade i u procesu proizvodnje (sušare), te štednja goriva uglavnom ovisi o ložačima, može se ovaj postupak upotrebljavati za premiranje ložača bez uključivanja ostalog osoblja.
Kod ovog načina premiranja težište leži u određivanju normativa ekonomičnog potroška topline za proizvodnju određenog kvaliteta, za odgovarajuće vremensko razdoblje. Smanjenje ovog potroška, ukoliko se odnosi na objektivno zalaganje osoblja, povlači sa sobom plaćanje premija po odgovarajućoj osnovici.
Obično poduzeća u kojima ima uslova za primjenu ovog postupka premiranja posjeduju i stručno osoblje, koje je u stanju da postavlja normative ekonomičnog potroška, i da prati pojave koje na njega utječu.
Premiranje ložača u termoelektranama može se vršiti po sličnom postupku. Postoje razni sistemi za premiranje osoblja u termoelektranama, a koji se zasnivaju na pojedinim metodama određivanja normativa potroška topline. Radi upliva velikog broja faktora objektivnih i subjektivnih veoma je teško jednostavnim načinom odrediti ekonomski normativ potroška. Međutim, u novije vrijeme sve se više uvodi u termoelektranama sistem određivanja normativa putem energetskih karakteristika kotlova, pogonskih strojeva i opreme (na temelju mjerenja), te određivanja gubitaka i ostalog rashoda topline. Na temelju mjesečnog dijagrama opterećenja (na pr. za jednomjesečni pogon), kotlova i strojeva dade se računski utvrditi sa dovoljnom točnošću koliki je potrošak topline po proizvedenom kWh trebao da bude postignut, kao rezultat normalnog djelovanja instalacija (propisno održavanih) i prosječnog zalaganja osoblja. Stvarni potrošak topline utvrđuje se iz utrošenog goriva i proizvedene električne energije za obračunski mjesec. Razlika između ovog stvarnog potroška i potroška utvrđenog računskim putem predstavlja uštedu, odnosno višak potrošnje, te služi kao osnova za premiranje u dotičnom mjesecu. (Vidi: Određivanje normativa potroška topline u TE. Institut za elektroprivredu, 1958).

Učestvovanje u premijama

Premije bi se u načelu trebale isplaćivati osim ložačima (rukovaocima parnih kotlova i pomoćnom osoblju) i osobama koje mogu da doprinose povećanju ekonomičnosti, učinka i pogonske sigurnosti kotla. U malim pogonima obično je dovoljno premirati samo ložače. (Pod ložačima razumiju se i pomoćni ložači). Ako je predviđeno miješanje goriva proteže se premiranje i na osoblje zaposleno na sortiranju i bunkerovanju uglja.

U velikim pogonima u kojima postoje ekipe za čišćenje i remont kotlova mogu i one da učestvuju u premijama. Njihovim zalaganjem na održavanju kotla u ispravnom i čistom stanju može se osjetno doprinijeti povećanju ekonomičnosti. U pogonima koji su opskrbljeni svim potrebnim mjernim i registrirajućim instrumentima, te posjeduju instrumentnog mehaničara, treba i njega uključiti. Posluga prečistača vode također se može uključiti.

Nadzorno osoblje kotlovnice može također da učestvuje u premiranju.
Ako se premiranje vrši u odnosu na konačni proizvod poduzeća, onda učestvuju također strojari i ostalo osoblje u procesu proizvodnje, koje rukuje razvodom i potrošnjom topline.

Obračun premije

Sistem premiranja i stavove nagrađivanja po učinku treba prilagoditi mjesnim prilikama, te karakterističnim osobinama pogona i poduzeeća. Važnu ulogu pri tome igra, da li je pogon opskrbljen mjernim instrumentima, da li se ekonomiji topline pridaje važnost, te da li u pogonu postoji stručno osoblje koje je zaduženo za ekonomiju goriva.
Ukupni iznos koji se isplaćuje na ime premija je obično 20 do 25% od vrijednosti postignutih ušteda goriva. Što točnije se u pogonu dade utvrditi ušteda, osnovica i premašaj, tim veći postotak od vrijednosti uštede se može podijeliti na ime premije. Kod sigurnog utvrđivanja efekta ide se i do 50% od vrijednosti ušteda.
U svim gore opisanim postupcima treba odrediti osnovni normativ (osnovicu) za premiranje. Premašaj ovog normativa povlači sa sobom premije. Normativa može biti i više za različite uvjete pogona i različita goriva. Plaćanje premije može biti linearno i progresivno.
Premašaj se dijeli prema uspjehu pojedine smjene ili čak pojedinaca po ličnom kontu.
Iznos premije koji se isplaćuje pojedincu određuje se u odnosu prema njegovoj satnici (plaći). Premija se obično izražava u postocima od plaće, odnosno satnice tako da kod najvećeg premašaja dostiže 15 do 20%, a može i više ako ovaj postotak nije dovoljno stimulativan, a efekat uštede to dopušta.
Radi ilustracije navodimo da je u DR Njemačkoj specijalnom uredbom iz god. 1953. propisano uvođenje premija za štednju goriva u stabilnim parnim kotlovima, a po principu ličnih konta.
Niže navedeni postotak ukupne uštede goriva isplaćuje se na ime premija:

Za gorivo	Potrošak (normativ) ustanovljen:		
	Tehnički dokazano %	Iskustveno statistički %	Računski %
Metalurški koks iznad 10 mm	60	20	12,5
Metalurški koks ispod 10 mm	45	20	12,5
Kameni ugalj	55	20	12,5
Mrki ugalj	50	20	12,5
Lignit	45	20	12,5

Lična konta uvode se za svaku osobu posebno ili »brigadna konta« za kolektivno premiranje. Za tehničko nadzorno i rukovodeće osoblje uvodi se posebni *konto za premiranje unapređenja toplinskog gospodarstva.*

Kontrola postignutog uspjeha

Postignuti uspjeh štednje i premašaj mogu se utvrđivati najtočnije pomoću mjernih pokaznih i registrirajućih instrumenata, čija ispravnost treba da bude pod stalnom kontrolom.
Činjenica je da su kotlovnice u našoj zemlji vrlo oskudno snabdjevene instrumentima, koji služe za utvrđivanje ekonomičnosti pogona kotlova.
Radi toga točno utvrđivanje efekta uštede je vrlo otežano, a za veliki broj pogona neprovedivo. Zato će trebati kod nas u većini slučajeva primjenjivati one sisteme premiranja za koje nije neophodno da kotlovnica bude bogato opremljena; premda se od nekih važnih instrumenata ne može uglavnom odustati. Ovo nužno dovodi do toga da ćemo se morati zadovoljiti sa nižim postotkom premijskog stava, uslijed rizika koji je vezan uz stepen točnosti kontrole.
Kontrola putem čovjeka, t. j. stručnjaka u poduzeću ili prizvanog sa strane može jednim dijelom uspješno zamijeniti instrumente kod praktične stimulacije ložača u nekim pogonima.

Primjeri određivanja premija

Iz naprijed navednog vidi se da ne postoje šablone ili uzorci koji se mogu primijeniti u svakom pogonu. Radi orijentacije dajemo neke primjere iz kojih se mogu vidjeti principi po kojima se može postupiti pri određivanju premija.

Primjer za postupak na osnovu stepena djelovanja kotla

Kako smo već objasnili ovaj postupak kao najpouzdaniji osniva se na mjerenju pomoću instrumenata. Stepen djelovanja određuje se najbolje za svaku smjenu (ili za 24 sata) po direktnom postupku dijeljenjem količine topline koja je predata pari u kotlu sa količinom topline koja je dovedena gorivom.

U toplinski naprednim pogonima (obično većim) evidentiraju se očitanja glavnih instrumenata svakog sata, tako da je obračun stepena djelovanja kod poznate ogrjevne vrijednosti uglja dosta jednostavan.

Stepen djelovanja kotla nije kod svakog opterećenja jednak, niti je jednak za svaku vrstu goriva.
Obično se svaki kotao prethodno ispita pomoću kontrolnih instrumenata i ustanovljavaju njegove energetske karakteristike i stepen djelovanja za razna opterećenja i goriva koja dolaze u upotrebu, a kod normalnih prilika rada.

Na ovaj način dobivaju se karakteristike, koje se koriste pri određivanju osnovnih normativa. U pogonima sa kolebljivim opterećenjem i težim pogonskim uslovima smatra se postizavanje normalnih karakteristika kao premašaj norme, a u pogonima sa ujednačenim automatiziranim pogonom može se postizavanje normalnih karakteristika smatrati kao osnovica. Kao putokaz najbolje služe praktični rezultati koji se crpe iz pogonske evidencije.
Poznato je da se povećanje stepena djelovanja za 1% može lakše postići kod nižih vrijednosti na pr. od 65% na 66%, nego kod visokih na pr. od 69 na 70% kod istog kotla. Zato se nekad stepenuju osnovice za stepen djelovanja kotla u ovisnosti od opterećenja za određeno gorivo. kako se to vidi iz slijedećeg primjera:
Za stepen djelovanja ispod 65% (u ovom slučaju) ne plaća se premija, za premašaj važe slijedeći stavovi:

	Opterećenje kotla	
	3/4	1/1
Kod povećanja stepena djelovanja		
od 65% na 66% premija iznosi	1 %	1 %
od 66% na 67% premija iznosi	2 %	2,5%
od 67% na 68% premija iznosi	3 %	3,5%
od 68% na 69% premija iznosi	4,5%	5 %
od 69% na 70% premija iznosi	6,5%	7 %

Iz ove tablice slijedi da ložač kod ¾ normalnog opterećenja dobiva na ime premije 17% plaće, ako povisi u svojoj smjeni stepen djelovanja od 65 na 70%, a kod punog opterećenja kotla 19%. Kod premašaja od 65% na 68% samo 6%, odnosno 7%.
Stepenovanje stavova ima prednost da se točnije može utvrditi efekat uštede i individualna zasluga. Međutim, ima nedostatak da komplicira obračun. U pogonima u kojima se ovaj postupak može primijeniti redovno ima i dovoljno stručnih i administrativnih kadrova, a efekat uštede goriva, uvođenjem premija, je obično tolik da se rentira ovaj zadatak temeljito obrađivati.

Primjer za postupak na osnovu sadržaja CO_2

Kako je već rečeno ovaj je postupak najrašireniji. On ipak zahtijeva da uz kotao postoji CO_2 mjerač ili pisač. Ovi instrumenti se kod nas ne proizvode, te su dosta skupi, naročito pisači. Zato nalazimo dosta mali broj kotlova, naročito manjih, koji su opskrbljeni CO_2 mjeračem, premda su gubici radi nekontroliranog sagorijevanja obično toliki, da se ovaj instrumenat isplati nabaviti.

Kod ovog postupka mogu se također stepenovati stavovi od osnovice na više za po 0,5%. Na pr. 10%, 10,5%, 11%, 11,5%, 12% i slično, s time da se linearno postave premijski stavovi na pr. za svakih 0,5% povećanja CO_2 iznad 10% priznaje 3—4% od plaće za određenu vrstu i kvalitet uglja i normalne pogonske prilike. Međutim, više se preporuča način po kome se određuje granični sadržaj CO_2, koji ložač kod prosječne kvalitete goriva postiže uz povećano zalaganje. Ako ovaj sadržaj CO_2 premaši isplaćuje se cijela premija, koja iznosi određeni postotak njegove satnice, a za toliko sati koliko sati je trajao premašaj. Za ovaj način obračuna postoje pisači koji pišu samo vrijeme za koje je CO_2 premašio određenu granicu. Ovo je vrlo jednostavan i u praksi raširen postupak za premiranje ložača u malim pogonima.
Tamo gdje ne postoje CO_2 pisači, već pokazni mjerači, treba ložač svako 30 minuta očitati sadržaj CO_2 i unositi u određeni obrazac. Kod ručnog loženja ne može se ovaj način premiranja primijeniti bez CO_2 pisača. Uslijed toga je ograničeno područje njegove primjene kod nas, sve dok se ne dobave potrebni CO_2 instrumenti.

Primjer za postupak na osnovnu udjela goriva u mješavini

Pokusno se određuje mješavina u kojoj se ograničava količinski udio najslabijeg uglja, s time da se pravo na premiju u punom iznosu uslovi sa trošenjem količine koja je iznad granične.
U slučajevima gdje se naročito problemu miješanja pridaje važnost, predviđa se stepenovanje premijskog stava na način sličan ranije opisanom. Tamo gdje postoje za to uslovi treba ovaj način premiranja vezati sa kontrolom najniže dopuštenog stepena djelovanja ili najnižeg sadržaja CO_2. Na pr. za povećanje udjela lignita u mješavini lignita i mrkog uglja u odnosu 1 : 2 kod ¾ nazivnog opterećenja kotla i prosječnog stepena djelovanja kotla od 75% plaća se premija ložačima u visini od oko 1—2% od plaće, za svaki postotak povećanja, a oko 2—3% kod punog opterećenja kotla (postotke mješavine i premije prilagoditi prilikama u poduzeću i naporu koji treba ulagati, eventualno uz povišene stavove, time da se postigne željeni efekat stimulacije).
Plaćanje premija za povećanje udjela jeftinih goriva u mješavini ne treba uvodit tamo gdje nema kontrole, kako se gorivo koristi. Ako to nije moguće putem instrumenata, onda treba to vršiti na bazi rentabiliteta, kalkulativno iz količine goriva i cijena, ili putem opažanja i stručnog nadzora.

Primjer za postupak na osnovu održavanja propisanog pritiska i temperatura

Slično kao kod ostalih postupaka, treba odrediti granične vrijednosti iznad kojih se isplaćuje puna premija. Premiju treba vezati i uz uslov ekonomičnosti, t. j. sadržaj CO_2 ili stepen djelovanja, kao u prethodno navedenom primjeru.

Primjeri za premije na osnovu potroška topline po jedinici proizvoda

Kao najjednostavniji primjer dajemo proizvodnju kuhinjske soli u jednoj solani na ugalj. Premija se uslovljava sa 2 zahtjeva i to:

1) da dnevna proizvodnja soli na jednom kotlu ne bude manja od na pr. 2500 kg (maksimalno moguća proizvodnja neka je 3000 kg/24 h);
2) da potrošak topline ne bude veći od 2800 kcal/kg sa prosječnim gorivom i za normalne pogonske prilike.

Dakle, kod graničnog stanja, t. j. proizvodnje od 2500 kg/24 h i potroška od 2800 kcal/kg ne plaća se premija. Kod premašenja proizvodnje soli plaća se premija i to 5% plaće na svakih 100 kg premašaja, ako se to postiže pri graničnoj potrošnji topline od 2800 kcal/kg. Ako se potrošak topline uspije pri tome još sniziti plaća se dodatak za svakih 50 kcal/kg smanjenja i to:

od 2800 kcal/kg na 2750 kcal/kg 1% plaće
od 2800 kcal/kg na 2700 kcal/kg 3% plaće
od 2800 kcal/kg na 2650 kcal/kg 6% plaće
od 2800 kcal/kg na 2600 kcal/kg 10% plaće.

Ovo bi, na primjer, bilo stepenovanje premijskog stava za ložače. Za ostalo osoblje od kojih ovisi kapacitet

proizvodnje soli predviđa se premija samo na osnovu prebačaja proizvodnje. U pogonima, gdje potrošak topline u procesu proizvodnje u osjetnoj mjeri ovisi od osoblja zaposlenog u procesu, treba na sličan način premirati i to osoblje. Obim raspodjele premije ovisi od efekta koji u ovom slučaju proističe iz povećanja proizvodnje i štednje goriva.
Slične su prilike u tvornicama šećera, gdje se također preporuča vezanje proizvodnje šećera po kvalitetu i količini sa štednjom goriva.
U poduzećima u kojima se želi održati određeni kapacitet proizvodnje ili ga po mogućnosti povećati, preporuča se ložače zainteresirati ne samo na štednji goriva, već i na proizvodnji robe. Naročito je to važno tamo gdje kotlovsko postrojenje predstavlja grlo u proizvodnji.

Premiranje u pogonima bez dovoljno mjernih instrumenata

Problem premiranja se uspješno rješava u pogonima koji posjeduju bar minimalni broj za to potrebnih instrumenata.

Pitamo se da li treba odustati od premiranja u pogonima, koji ne posjeduju dovoljno instrumenata? Istina u ovakvim pogonima se ne da uvoditi premijski sistem, koji bi se temeljio na utvrđenim dokazima o uspjehu zalaganja ložača. Međutim, izvjesna stimulacija rada u ovakvim pogonima, koji su kako smo vidjeli, najmnogobrojniji, može dovesti do osjetne uštede goriva, jer se tu radi uglavnom o velikom broju malih kotlova sa ručnim loženjem.

Sa sigurnošću možemo pretpostaviti, da svako poduzeće vodi računa o utrošku goriva i izdacima za nabavu goriva. Isto tako vodi evidenciju o proizvodnji robe. Na ovoj osnovi dade se u mnogim poduzećima pratiti i tumačiti zalaganje ložača i ostalih osoba, koji rukuju ili održavaju opremu pogona. Iz evidencije prošlog vremena i rezultata nakon uvođenja premija može se približno zaključiti o uspjehu stimulacije. Ne isključuju se slučajevi gdje su ložači i prije uvođenja premija radili sa velikom spretnošću i zalaganjem, te promjene nakon uvođenja premija ne dolaze osjetno do izražaja. U tim slučajevima treba da se zatraži ocjena o radu ložača od stručnjaka termoenergetičara.

Premiranje u ovakvim pogonima osniva se na pogonskoj evidenciji i iskustvenoj kontroli. U poduzeću se otvara konto uštede goriva, koji se u tim slučajevima obračunava tromjesečno. Iz ostvarene uštede isplaćuje se nagrada ložačima (eventualno i ostalom zainteresiranom osoblju) približno u postocima plaće i ostvarene uštede, a u skladu sa stepenom točnosti utvrđivanja uštede.

Primjena u praksi

Prednosti uvođenja premija u pogonima parnih kotlova su neosporno dokazane. Istina, određivanje realnih normativa potroška goriva i utvrđivanje postignutih uspjeha često je vezano uz izvjesne poteškoće. Preporuča se poduzećima da se u takvim prilikama obrate na specijalne toplinsko-energetske ustanove za pomoć ili savjet. (Toplinski odjel Instituta za elektroprivredu).
Bitno je da premije budu nagrade za zaista izvršenu uslugu, i da osoblje na ovu nagradu ne čeka suviše dugo. Čim brže ložač osjeti posljedice dobrog ili lošeg rada, tim bolji uspjeh se može očekivati. Zato se kod tromjesečnog obračuna preporuča davanje akontacije u mjesečnim iznosima unaprijed.
Konačno treba ukazati na negativne pojave koje se mogu dešavati kod nesavjesnih pojedinaca, koji pokušavaju na razne načine uplivisati na mjerne instrumente, u cilju iskazivanja povećanog učinka. Ovo se sprečava nadzorom u pogonu i povremenim upoređivanjem sa kontrolnim instrumentima.

Literatura

K. Jaroschek: Die Heizerprämie, Wärme 1942, br. 51|52.
H. Wagner, K. Jaroschek: Über Leistungslöhne in der Dampferzeugung, BWK 1950, br. 9.

Ing. Jakob Lucati

Razvoj široke potrošnje električne energije u NR Hrvatskoj

U Institutu za elektroprivredu u Zagrebu izrađen je nedavno elaborat pod naslovom: *Statistički podaci o strukturi potrošnje i specifične potrošnje električne energije u domaćinstvima NRH*, koji je obuhvaćao razdoblje od 1948.—1954. god. Isti je elaborat dopunjen podacima za 1955.—1957. god., te je na taj način stvorena nešto solidnija baza za procjenu budućeg konzuma.

Svrha je elaborata da se prikaže razvoj široke potrošnje, po područnim uredima i izoliranim područjima za NR Hrvatsku i to za slijedeće grupe potrošača: domaćinstva, rasvjeta poslovnih prostorija (rasvjeta hotela, ureda, trgovina i sl.), motori i aparati (obrt), vodovod, tramvaj i trolejbus.

Izračunat je specifičnni potrošak električne energije za široku potrošnju po priključenom domaćinstvu, odnosno stanovniku u elektrificiranim naseljima. Za određivanje broja stanovnika i broja domaćinstava poslužio je elaborat Dr. Ing. H. Požara *Stanje i razvoj elekfikacije naselja i domaćinstava u Hrvatskoj* (Institut 1955.).

Teritorij NR Hrvatske podijeljen je na četiri područja:
1. Zapadna Hrvatska (područje Elektre, Zagreb),
2. Istra i Hrv. Primorje,
3. Dalmacija i
4. Slavonija.

Svako od ovih područja dijeli se dalje na područne urede, odnosno grupe kotareva, kao najmanje jedinice za koje su bili na raspolaganju podaci o potrošnji i stanovništvu.

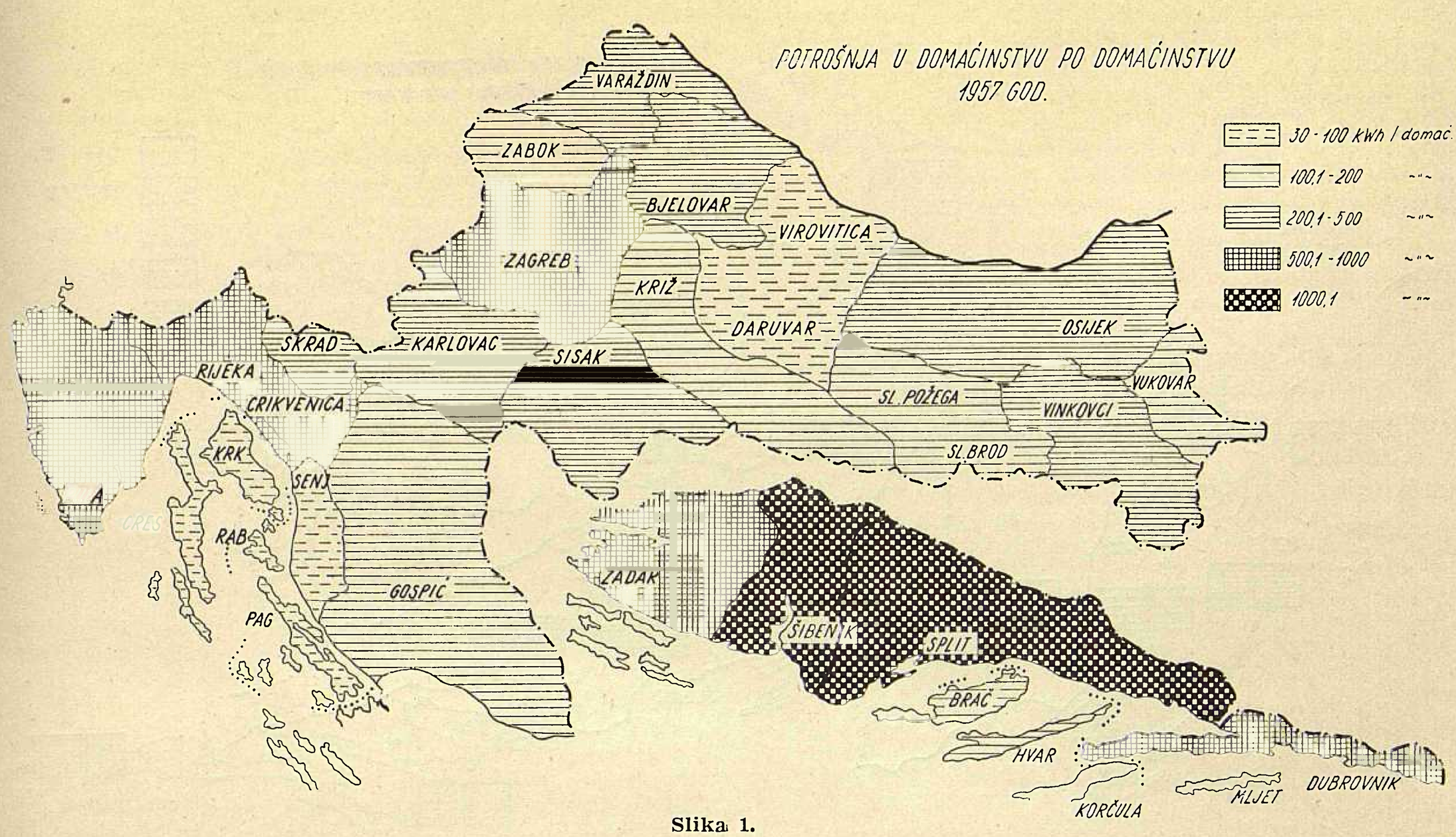
Analizirajući specifični potrošak, odnosno potrošnju u apsolutnim iznosima, može se opaziti smanjenje potrošnje u 1952. god. što vrijedi gotovo za sve grupe potrošača, pa i za ukupnu široku potrošnju, što je uslijedilo nakon povišenja tarife koncem 1951. godine.

Smanjeni potrošak je naročito izražen — gotovo kod svih područja — u grupi motori i aparati (obrt), što je osobito upadljivo, jer je u toj grupi prvih godina promatranog perioda potrošnja naglo rasla.

Najmanje su bili podložni promjeni tarife tramvaj i trolejbus, te vodovod, iako ni te grupe nisu sasvim izbjegle tom utjecaju.I u 1954. god. je bilo nekih padova u potrošnji električne energije: na području Like uslijedio je zbog prestanka rada TE Ogulin, a na području Vukovara zbog prijelaza na obračun putem brojila.

Za vremensko razdoblje od 1955.—1957. može se općenito primijetiti brži porast potrošnje nego u ranijem periodu, i to u gotovo svim područjima, kao i grupama potrošača (vidi sliku 3.).

Na slikama 1 i 2 prikazan je specifični potrošak u domaćinstvu i širokoj potrošnji u 1957. god. Pomoću tabele 1 ćemo još bolje usporediti razdoblje od 1955. sa ranije promatranim. Neka područja koja nisu napajana iz mreže energetskog sistema, kao Lika, Slav. Brod, Slav. Požega, i Vukovar imaju čak pad potrošnje u domaćinstvu u 1954. prema 1949. godini, tako da je sukcesivni godišnji prirast za to razdoblje negativan. Iz iste se tabele vidi i sukcesivni godišnji prosječni prirast za čitavo promatrano razdoblje (1949—1957.), koji je u uspoređenju sa ranijim razdobljem mnogo bolji, te više nema nijednog područja s negativnim prirastom.

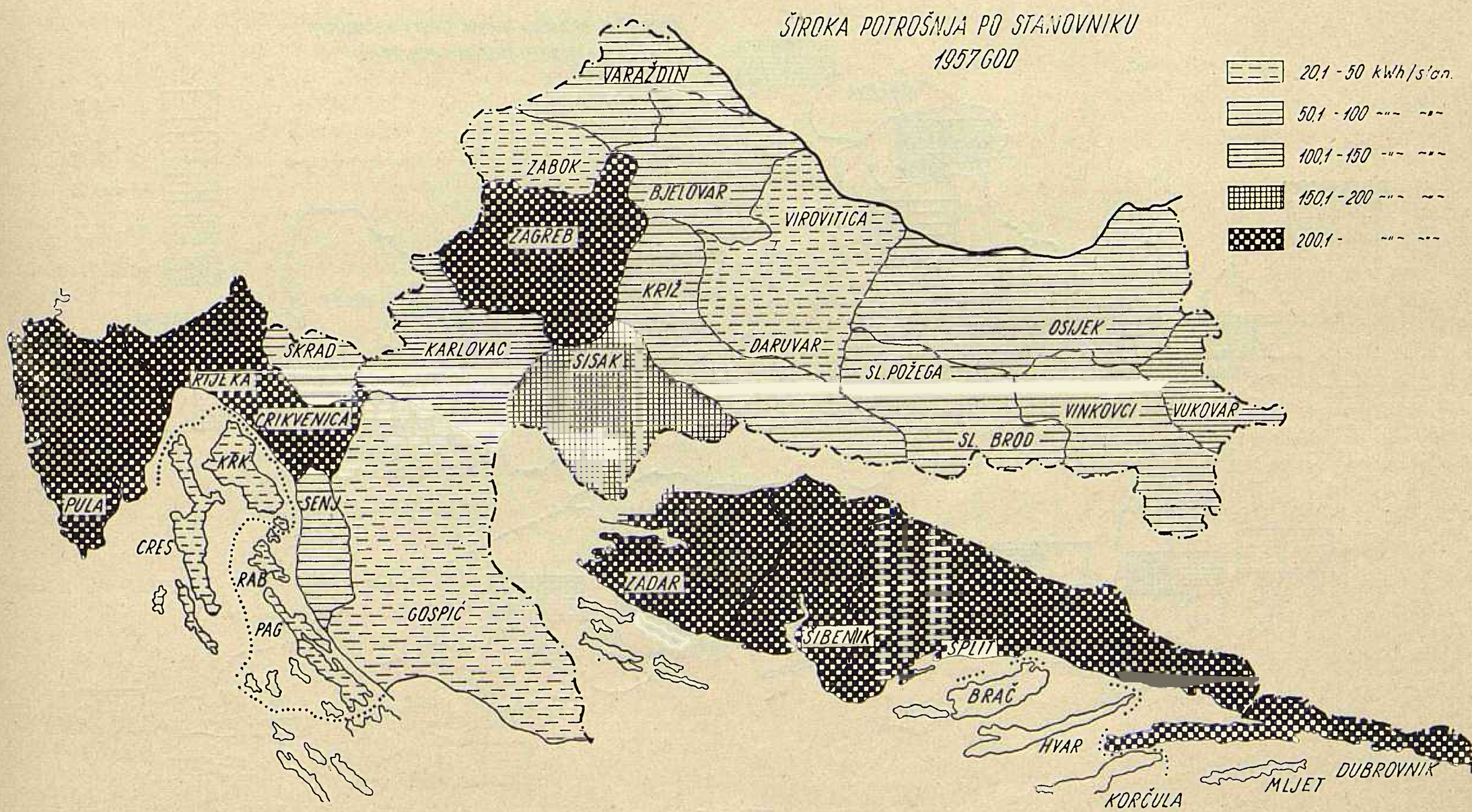


Slika 1.

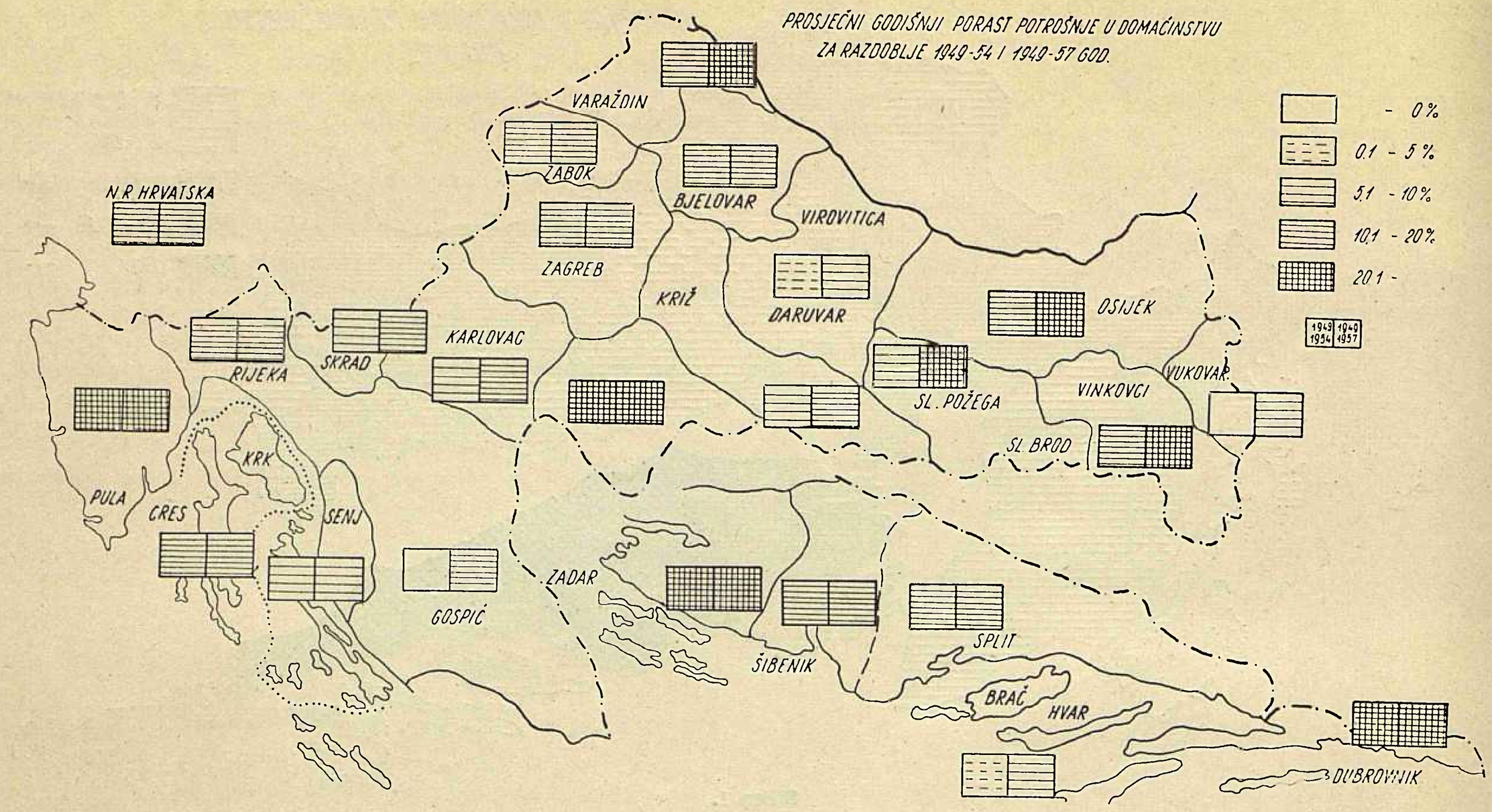
Sukcesivni godišnji prirast potrošnje električne energije u domaćinstvu (u %) za razdoblje 1949—1957 i usporedba s 1949—1954.

Tabela 1

	Područni ured	1949—1957	1949—1954
1	Varaždin	20,8	16,3
2	Križ	16,1	10,1
3	Zabok	14,1	13,0
4	Zagreb	17,8	12,8
5	Bjelovar	17,5	17,8
6	Karlovac	18,4	9,8
7	Sisak	28,8	24,5
8	Skrad	17,7	8,2
9	Krk, Cres, Lošinj	11,0	16,5
10	Pag, Senj, Rab	7,3	9,0
11	Crikvenica	24,4	15,8
12	Pula	28,9	24,2
13	Buje	41,0	—
14	Rijeka	20,0	10,8
15	Lika (Ogulin, Gospić)	14,7	— 16,0
16	Šibenik	18,8	13,1
17	Zadar	38,2	35,4
18	Split	16,1	12,5
19	Vela Luka, Milna, Vis	4,4	8,1
20	Virovitica, Daruvar	6,8	5,7
21	Slav. Požega, Slav. Brod	23,5	— 5,5
22	Osijek	21,6	12,1
23	Vukovar	8,4	— 0,6
24	Vinkovci	25,6	16,1
25	Dubrovnik	44,0	27,1
	Hrvatska	18,9	13,3



Slika 2.



Slika 3.

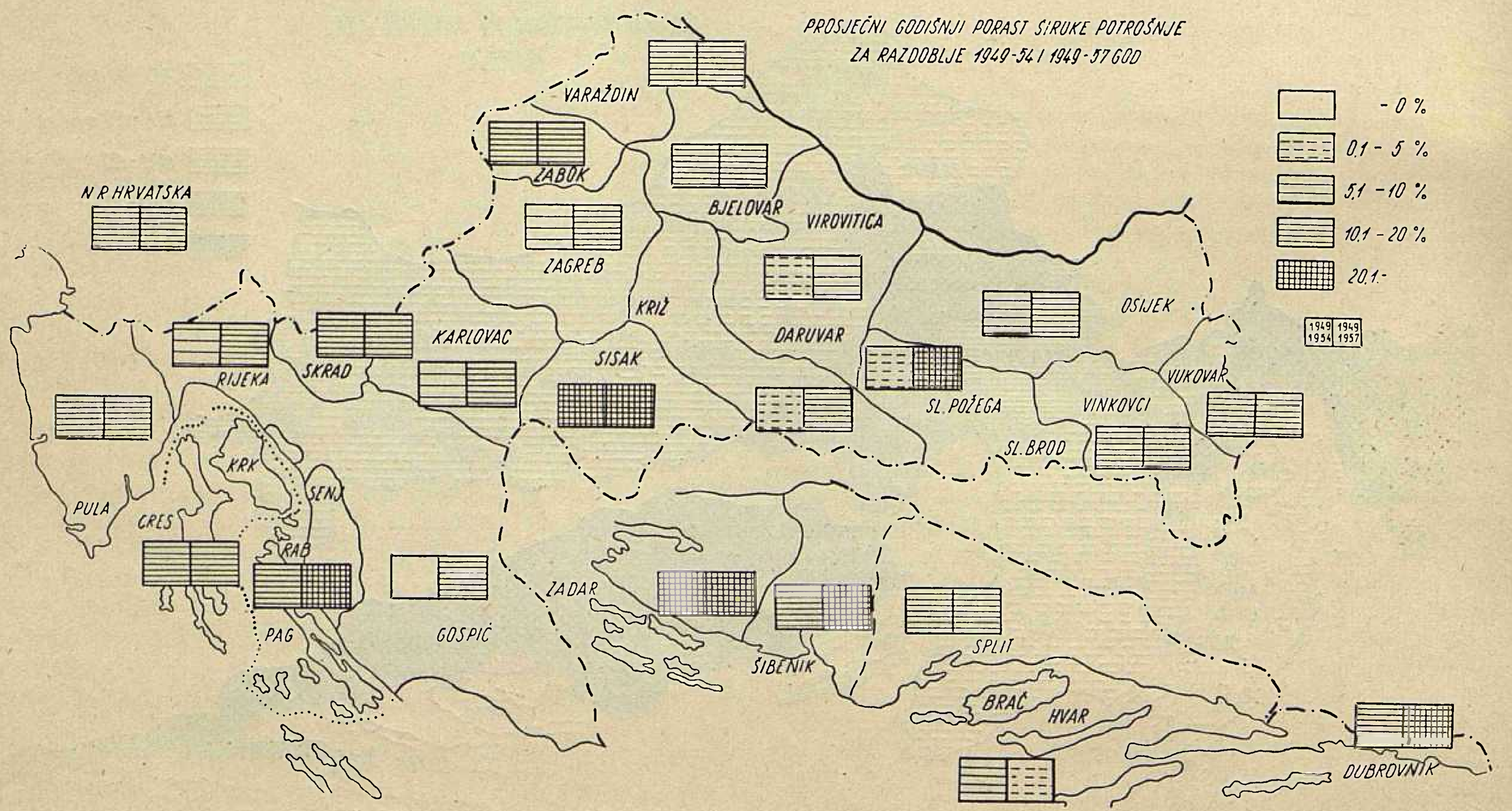
S obzirom na neke nenormalne pojave u potrošnji električne energije (pad potrošnje u 1952., nejednako tretiranje pojedinih grupa potrošača u raznim vremenskim razdobljima, kao i česte teritorijalne promjene), teško se može pronaći neka zakonitost između pojedinih grupa potrošača međusobno, ili između grupa i ukupne potrošnje. Ipak je učinjen pokušaj da se pronađe statistička relacija (odnosno korelacija) između potrošnje u domaćinstvu i ukupne potrošnje električne energije (uključivo industrija).

Linearna korelacija je provedena za sva područja, a općenito se može reći, da je korelacioni koeficijent nešto čvršći od ranije promatranog vremenskog razdoblja (1948—1954) i time sposobniji za daljnju analizu.

Za područja kod kojih je utvrđena jaka veza, izračunat je i trend razvoja potrošnje, pomoću kojega se može utvrditi buduća potrošnja za 2—3 godine.

Na slici 5 prikazan je trend za ukupnu potrošnju u NRH, kao i predviđanje pomoću trenda za naredne tri godine. Isto tako prikazan je i trend za potrošnju u domaćinstvu, kao i za široku potrošnju. Budućnost će pokazati ukoliko su ova predviđanja točna. Sukcesivni godišnji prirast potrošnje električne energije izrađen je i za široku potrošnju.

Sada možemo sa sigurnošću tvrditi da će prognoze na osnovu trenda biti precizne, kada se bude raspolagalo podacima za dugi niz godina, a u sistemu tarifa ne bude znatnih i skokovitih izmjena.



Slika 4.

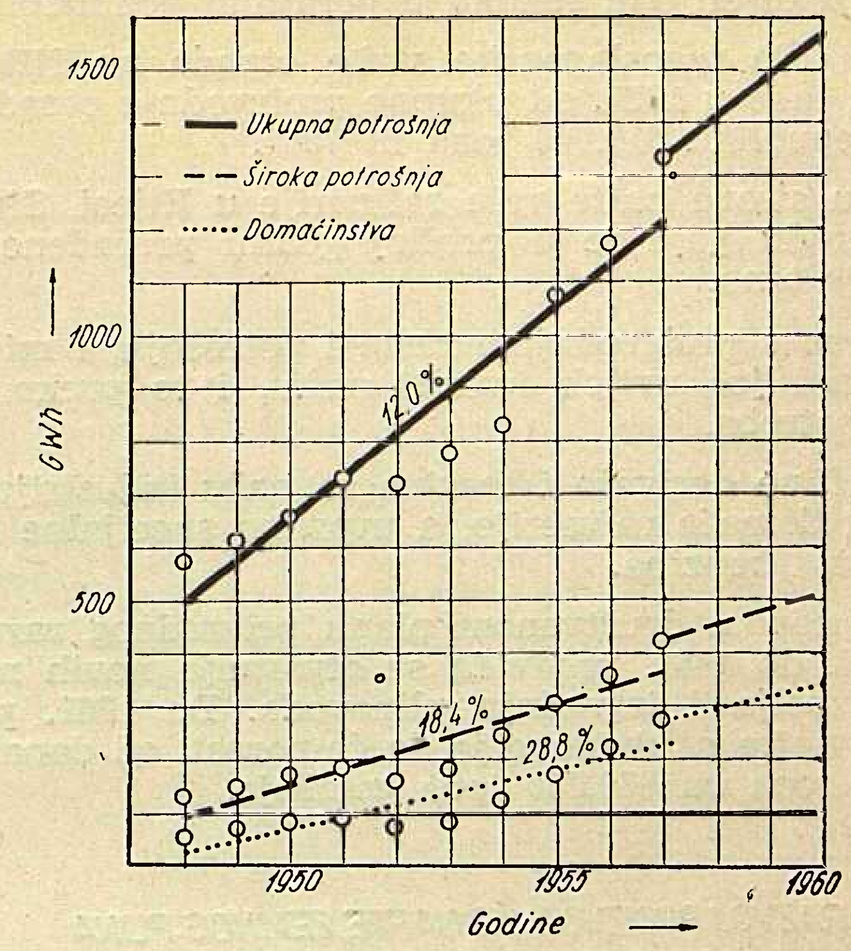
Sukcesivni godišnji prirast potrošnje električne energije široke potrošnje (u %) za razdoblje (1949—1957) i usporedba s 1949—1954. Ista usporedba prikazana je i na slici 4.

Tabela 2

	Područni ured	1949—1957	1949—1954
1	Varaždin	15,1	11,0
2	Križ	12,5	5,0
3	Zabok	15,0	12,4
4	Zagreb	11,6	8,7
5	Bjelovar	12,7	13,3
6	Karlovac	12,4	9,9
7	Sisak	25,1	22,0
8	Skrad	18,9	15,9
9	Krk, Cres, Lošinj	13,3	15,0
10	Pag, Senj, Rab	18,8	23,1
11	Crikvenica	22,8	22,2
12	Pula	15,2	11,6
13	Buje	29,3	—
14	Rijeka	11,6	5,8
15	Lika (Ogulin, Gospić)	10,7	— 15,0
16	Šibenik	20,3	17,8
17	Zadar	24,7	21,2
18	Split	15,1	11,3
19	Vela Luka, Milna, Vis	4,4	8,1
20	Virovitica, Daruvar	6,8	5,7
21	Slav. Požega, Slav. Brod	13,8	3,6
22	Osijek	13,9	7,4
23	Vukovar	16,3	19,8
24	Vinkovci	20,0	16,8
25	Dubrovnik	22,9	19,7
	Hrvatska	14,0	10,2

Praktični je cilj ispitivanja prikupljenih podataka o vremenskom razvoju pojedinih komponenata konzuma električne energije u okviru nekog područja, da dobiveni rezultati na temelju specijalnih analiza omoguće predskazivanje vjerojatnog konzuma u budućnosti.

U ovom je elaboratu u tom smislu ispitana samo jedna od komponenata strukture konzuma u promatranim područjima, i to konzum u domaćinstvu, dok ostale komponente strukture predstavljaju opsežan materijal za predmet posebnog elaborata.



Slika 5. Trend ukupne potrošnje električne energije široke potrošnje u domaćinstvu NR Hrvatske za razdoblje 1948.-1957.

Literatura

H. Požar: Stanje i razvoj elektrifikacije naselja i domaćinstava u NR Hrvatskoj (Institut 1955.).

Jaque de Felice, Paris i Eric Tiberghien, Bruxelles: Rapport général sur l'évolution des applications domestiques de l'énergije éléctrique de 1950. á 1953. (UNIPEDE, Congrès de Londres 1955).

J. Jerić: Matematsko statističke metode u službi elektroprivrede (Institut 1955).

J. Ećimović: Osnovi statističke reprezentativne metode.

M. Feuerbach, D. Kostanjšek: Statistički podaci o strukturi potrošnje i specifične potrošnje električne energije u domaćinstvima NR Hrvatske (Institut 1958.)

D. Kostanjšek

Proizvodnja nafte i zemnog plina u Jugoslaviji

U našoj zemlji važan izvor energije, uz električnu energiju i ugalj, predstavljaju i prirodna bogatstva nafte i zemnog plina.

Brzi razvoj naše industrije, a napose motorizacije i mehanizacije, traži sve veće količine tekućih goriva i maziva. Važna sirovinska baza za podmirenje ovih potreba je nafta i njezini derivati.

U našem privrednom razvoju učinjeno je mnogo za iskorištavanje domaćih izvora nafte i zemnog plina. U predratnoj Jugoslaviji nije se mnogo ulagalo u industriju nafte. Ispitivanja vršena su površno, a nismo imali dovoljno ni stručnog kadra, kao ni opreme za tehnička ispitivanja.

Rezultati su bili slabi, tako da je u čitavom predratnom periodu do 1941. godine ostvarena neznatna proizvodnja od ukupno oko 20.000 tona nafte.

Po svršetku rata otpočeo je sistematski organizirani rad na ispitivanju naftinih nalazišta. Nakon ustanovljenih količina i kvaliteta na pojedinim naftonosnim poljima pristupilo se je planskoj proizvodnji. Iskorištavanje domaćih izvora postavljeno je na realniju osnovu, pa ni rezultati nisu izostali.

Prošireno je iskorištavanje nafte u Gojlu i Donjoj Lendavi, organizirana je proizvodnja na novim nalazištima u Šumečanima, Mramor Brdu, te u Bunjanima. U toku 1957. otpočela je proizvodnja i u okolici Dugog Sela, te je u toj godini proizvedeno oko 22.000 tone.

Za povećanje i unapređenje proizvodnje i prerade nafte u našoj državi u razdoblju od 1947. do 1956. uloženo je oko 70 milijardi dinara.

Tabelarni pregled proizvodnje i prerade nafte i zemnog plina od 1946. do 1957.

Godina	Sirova nafta u tonama	Zemni plin 10^3 m^3	Prerada nafte u tonama
1946	28.800	8.501	21.280
1497	33.200	11.600	39.500
1948	36.500	8.300	133.700
1949	63.240	8.320	334.680
1950	110.340	14.470	475.000
1951	148.130	13.420	503.630
1952	151.530	13.840	516.700
1953	171.707	73.100	585.120
1954	216.270	90.130	664.420
1955	257.200	55.100	762.100
1956	293.670	68.650	889.750
1957	395560	41.500	1,035.000

U dijagramu i tabelarnom pregledu vidi se razvoj godišnje proizvodnje sirove nafte, zemnog plina i prerade nafte, koja je u stalnom porastu, pa je u 1957. g. postignuta proizvodnja od oko 400.000 tona.

Ako usporedimo proizvodnju nafte iz godine 1939. kada je dobiveno 1120 tona sirove nafte, zatim 2,628.000 m^3 zemnog plina, a prerađeno je 95.000 tona, dolazimo do velikih i osjetljivih razlika u poratnim godinama.

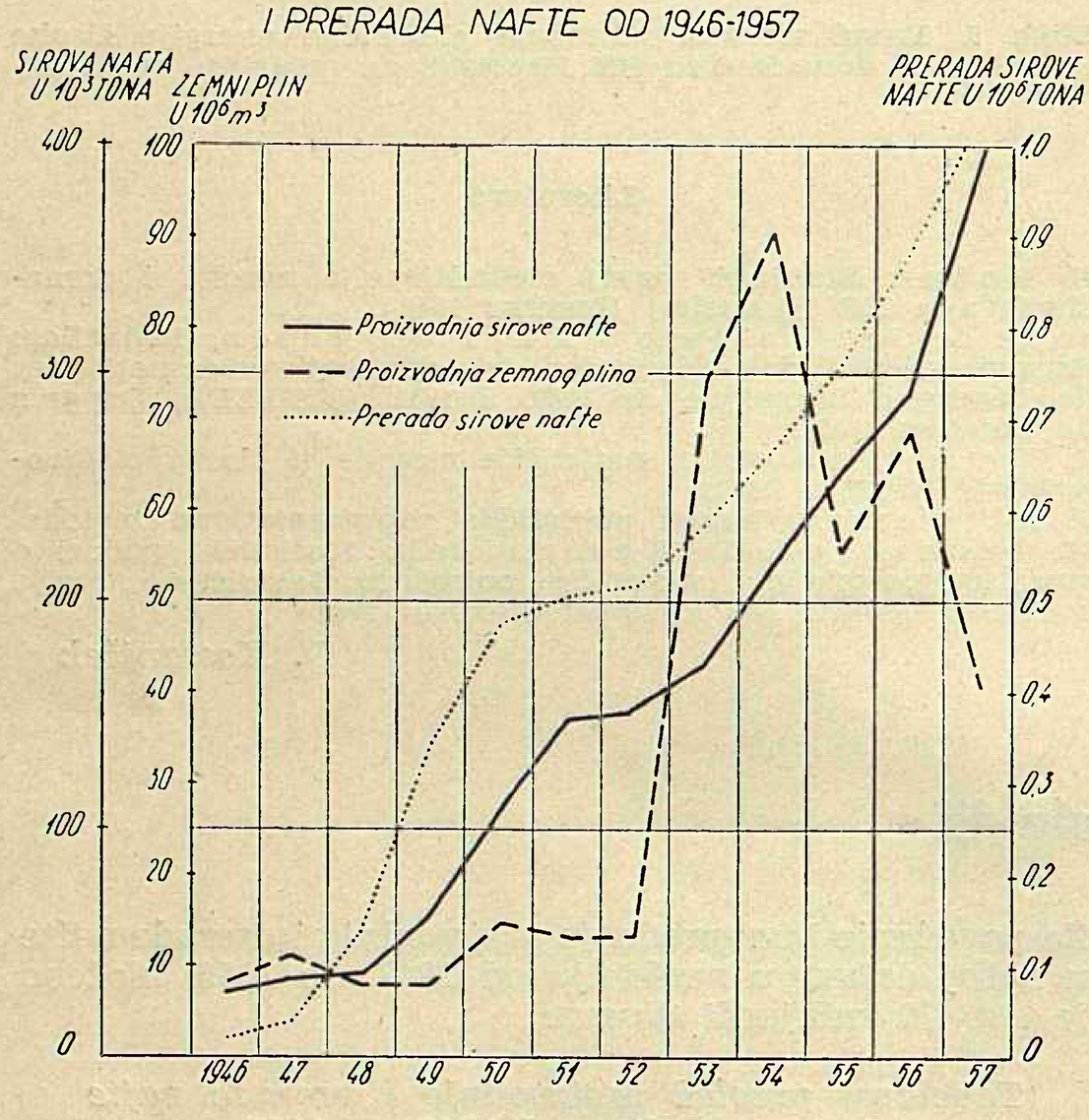
Najveći dio jugoslavenske nafte otpada na NR Hrvatsku, tako u 1957. od ukupne proizvodnje otpada na našu republiku 313.000 tona ili 78%.

Preradu sirove nafte vrše rafinerije u Rijeci, Sisku i Bos. Brodu gdje je u prošloj godini prerađeno oko 1,035.000 tona.

Paralelno s proizvodnjom raste i potrošnja, i mi smo primorani još uvijek uvoziti naftu, i to preko 50% naših potreba.

Sve naftne derivate i maziva za našu industriju pokrivaju domaće rafinerije, a uvozimo specijalne vrste derivata i benzina.

Prema novom društvenom planu privrednog razvitka od 1957. do 1961. predviđa se otvaranje novih naftonosnih polja i izgradnja plinovoda. Do 1961. proizvodnja nafte predviđeno je da će porasti od današnjih 400.000 tona na 850.000 tona godišnje.



Budući da je područje Hrvatske na prvom mjestu u industriji nafte po proizvodnji i preradi to su za Hrvatsku odobreni krediti za istraživačke radove u toku 1958. u iznosu od 1200 milijuna dinara.

U odnosu na prošlu godinu ovogodišnji kredit veći je za 200 milijuna dinara.

Nastavit će se započeti radovi istraživanja u Osekovu, između Siska i Popovače. Vršit će se i ispitivanja na području Pitomače, zatim Cabune kod Podravske Slatine, te u okolici Vukovara. Prema procjeni stručnjaka jaka nalazišta leže u dravskom bazenu, gdje će se također raditi na ispitivanjima. U predjelu kotareva Osijek i Našice ima velikih količina nafte, čije rezerve i sastav treba utvrditi. Prema mišljenju geologa i geofizičara i u savskom bazenu jaka su nalazišta nafte, a osobito na području Osekova i Pitomače, koji su po veličini jači od izvora u području Dugog Sela. Nadalje su predviđena duboka istražna bušenja u Dalmaciji, Ravnim kotarima, te u Istri, gdje su već izvršena geološka isptivanja.

U našoj republici povećati će se i proizvodnja zemnog plina na 20 milijuna m^3, dok je u 1957. ostvareno oko 17 milijuna m^3.

Ispitat će se rezerve zemnog plina, koje se na području Hrvatske cijene na oko 1,8 milijardi m^3, a moguće rezerve na oko 3 milijarde m^3.

I u drugim republikama vršit će se ispitivanja za utvrđivanje rezervi nafte i zemnog plina.

Na području Vojvodine uložit će se velika materijalna sredstva za izgradnju postrojenja potrebnih za proizvodnju nafte. Prema privrednom planu do 1961. proizvodnja nafte u Vojvodini dostići će oko 160.000 tona, a zemnog plina oko 100 milijuna m^3.

Za istraživačke radove i uređenje novih naftonosnih polja investirat će se oko 13 milijardi dinara.

Posebno je izrađen perspektivni plan za ispitivanje nalazišta nafte u NR Srbiji, Crnoj Gori, te Bosni i Hercegovini.

Prema podacima iz »Društvenog plana privrednog razvitka FNRJ 1957.—1961.«

I. R.

II. Savjetovanje jugoslavenskog društva za hidraulička istraživanja

II. savjetovanje jugoslavenskih hidrauličara održano je od 28. do 31. svibnja 1958. na Bledu. Iako savjetovanje nije bilo međunarodnog značaja, pozivu priređivačkog odbora odazvalo se 20 eminentnih stranih stručnjaka. Rumunji i Madžari otkazali su u zadnji čas svoje učestvovanje, obrazlažući to tehničkim odnosno zdravstvenim razlozima. Bilo je pedesetak jugoslavenskih učesnika. Izneseno je i raspravljeno 20 stranih i 25 domaćih referata visokog kvaliteta. Od stranih referata 11 su iznijeli Francuzi, Česi su dali 4 referata, Talijani 3, Austrijanci i Poljaci po jedan. Na glavnoj skupštini društva za hidraulička istraživanja, koja je održana po zaključku savjetovanja, odlučeno je da se iduće savjetovanje organizira u okviru Međunarodnog društva za hidraulička istraživanja, te da se održi u Beogradu god. 1961. Osim toga, izabran je za počasnog člana francuski akademik Leopold Escande, te mu je predana počasna diploma. Velik dio učesnika pošao je 1. lipnja na obilazak naših hidrauličkih laboratorija i realizacija s tog polja.

Ing. M. L.

JUREMA 1958

Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju priređuje za vrijeme održavanja Međunarodnog Zagrebačkog velesajma u rujnu ove godine 3. Seminar, koji će djelovati u obliku predavanja i specijalizirane izložbe mjernih i regulacionih uređaja. Nakon Seminara izdat će se Zbornik radova u obliku štampane knjige.

Na JUREMA 1958 sudjelovat će nekoliko stotina domaćih poduzeća, nekoliko desetaka najuglednijih svjetskih firmi, te velik broj domaćih i stranih predavača i slušača.

JUREMA 1958 djelovat će u četiri glavna područja:

1. Regulacija i automacija saobraćaja i saobraćajnih sredstava,
2. Regulacija i mjerenje rashladnih uređaja i postrojenja za klimatizaciju,
3. Specifični problemi regulacione i mjerne tehnike različitih grana industrije,
4. Automacija i unapređenje uredskog poslovanja.

Potrebne informacije i program ovogodišnjih priredaba može se dobiti izravno od: JUREMA, Zagreb, Fabkovićeva 1, brzojav JUREMA—ZAGREB.

VIJESTI IZ PODUZEĆA, ZAJEDNICE I INSTITUTA

II. i III. redovno zasjedanje upravnog odbora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske — Zagreb

U razdoblju od nešto više od mjesec dana, Upravni odbor je održao dva redovna zasjedanja. Problemi, kojih je bilo prilično, nisu trpili odlaganje, a po svom obimu su toliki, da se na jednoj sjednici nisu mogli obraditi, te su uslovili u ovako kratkom razdoblju održavanje dvaju zasjedanja.

II. REDOVNO ZASJEDANJE UO-a ODRŽANO JE 18. 4. 1958.

Na ovom zasjedanju je, pored ostalog, raspravljano o završnom računu, te o razradi plana troškova i realizacije za 1958. g.
O poslovanju Zajednice u 1957. godini, podnio je izvještaj Glavni direktor. U svom uvodu Glavni direktor je napomenuo da njegov izvještaj ukratko obuhvaća glavnije poslovne probleme u protekloj godini.

Reorganizacija u elektroprivredi

U protekloj godini je dosta vremena potrošeno na diskusiji oko Nacrta zakona o elektroprivrednim organizacijama, no početkom ove godine donešen je Zakon u kojem je konačno rješeno pitanje organizacije i uloge elektroprivrede. Mada ovim zakonom nije sve riješeno, ipak on mnogo znači za elektroprivredu. Organizaciona forma se ustaljuje, a to svakako ima poiztivni odraz i na stručni kadar.

Pogonske prilike u 1958. godini

Rekonstrukcije koje su izvršene u toku ranijih i ove godine u elektranama te stavljanje u pogon nekih postrojenja 110 kV, kao i povećanje dobave električne energije iz susjednih republika, stvorilo je nešto povoljnije uvjete na energetskom polju. U toku prošle godine, instalirana snaga naših elektrana iznosila je oko 250 MW, dok je opterećenje iznosilo oko 286 MW. Zbog faktora iskorištenja instalirane snage, taj kapacitet je i suviše malen da bi mogao zadovoljiti potrebe potrošača u Hrvatskoj. U protekloj godini potrošači su bili zadovoljeni sa oko 55% svojih potreba.
Pored problema proizvodnje električne energije uslijed malih proizvodnih kapaciteta, pojavio se problem i na prenosnoj mreži. Zbog preslabo razvijene 110 kV mreže, glavni teret snose 30 kV vodovi. Ovaj problem je najizrazitiji u poljoprivrednoj oblasti između Save i Drave. Vodovi su dugi preko 100 do 150 km i u ovakovoj situaciji nema mogućnosti priključenja novih naselja. Nije rijedak slučaj da nam u pojedinim 30 kV stanicama pada napon na 25 kV, a ako se k tome doda još daljnji pad napona do potrošača, onda je potrošač nesumnjivo nezadovoljan kvalitetom energije.
Valja istaći još jedan problem u pogonu prijenosa 110 kV mreže koji je uglavnom riješen, a to je kruto uzemljenje neutralne točke sistema. Zbog različitog načina uzemljenja koje je postojalo s jedne strane Slovenije i Hrvatske, a s druge strane Bosne i Srbije nije se mogla paralelnim pogonom vezati 110 kV mreža FNRJ nakon izgradnje dalekovoda Jajce-Zagreb. Rješenjem toga problema omogućilo se dvostruko veći prijenos električne energije u odnosu na prošle godine.

Investiranja u električna postrojenja

Investitorsku djelatnost na području elektroprivrede, mogli bi ovako okarakterizirati:
a) Normalno ulaganje sredstava iz Općeg investicionog fonda u objekte koji se nastavljaju;
b) Poteškoće i kasno financiranje novih prenosnih postrojenja 110 kV;
c) Manja ulaganja u izgradnju 30—35 kV mreže u odnosu na posljednje godine,
d) Relativno znatan razvoj 10 kV i niskonaponske mreže.

Do konca 1961. godine u NRH, trebalo bi biti elektrificirano 70% domaćinstava. Da bi se to uz ostale zadatke ostvarilo, potrebno je investirati preko 82 milijarde dinara, ili u prosjeku 16 milijardi dinara godišnje.

Ekonomsko-financijska problematika

Financijski plan, kako naše Zajednice, tako i ostalih Zajednica, za 1957. godinu nije bio uravnotežen. Osjećao se priličan raskorak između vlastite cijene prodaje i srednje cijene realizacije električne energije; na taj način su se pojavil i manjkovi na realizaciji. Izmjenom nekih ekonomskih instrumenata, ti manjkovi su nešto ublaženi. Koliko je ozbiljna situacija na ekonomsko-financijskom polju slijedi iz nedovoljnosti sredstava za održavanje električne mreže koja može postati ozbiljno grlo proizvodnje. Na mnogim područjima već danas neke mreže ne zadovoljavaju potrebu konzuma. Povišenjem amortizacione stope za mreže ovaj će se problem znatno ublažiti.
Na kraju svog referata, Glavni direktor je, rukovodeći se iskustvima ranijih godina, a pogotovo iskustvom iz prošle godine, predložio ove važnije zadatke:
1. U cilju povećanja ekonomičnosti pogona treba posvetiti punu pažnju toplinskom gospodarstvu u termoelektranama, te razradi normativa za proizvodnju, prijenos i razdiobu električne energije;
2. Provesti tehničke i ekonomske analize u cilju upotrebe starijih i neekonomičnih termoelektrana za proizvodnju toplinske energije za potrebe industrije;
3. Dispečerskoj službi osigurati tehnička sredstva koja su neophodna za rad na ekonomičnoj proizvodnji i raspodjeli električne energije;
4. U svrlu pojeftinjenja izgradnje elektroprivrednih objekata, raditi na njihovoj tipizaciji i standardima, gdje je to god moguće te tražiti od domaće industrije da usvoji proizvodnju domaće opreme.

Pored izvještaja Glavnog direktora, podneseni su i drugi izvještaji iz kojih se moglo vidjeti cjelokupno poslovanje Zajednice, a nakon ovoga je Upravni odbor prihvatio završni račun Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, za 1957.

III. REDOVNO ZASJEDANJE UPRAVNOG ODBORA ODRŽANO JE 12. I 13. 5. 1958. GODINE

Odredbom iz točke 3. Odluke o provođenju organizacije elektroprivrednih organizacija, razgraničenje mješovitih poduzeća, treba da se provede do 30. lipnja 1958. Da bi se ovaj zadatak obavio čim je moguće bolje i prije, Upravni odbor je formirao komisiju koja je imala da ispita ekonomske i tehničke strane razgraničenja, da ocjeni rentabilnost eventualnih prijedloga od pojedinog mješovitog poduzeća, i na kraju da predloži Upravnom odboru zaključak u tom pogledu. Nakon podnesenog prijedloga sa strane Komisije, Upravni odbor je donio ove zaključke:

1. Iz električnog poduzeća Knin, izdvojit će se djelatnost distribucije, s tim što će HE Manojlovac biti specijalizirano poduzeće za proizvodnju električne energije i ostati udruženo u elektroprivrednu Zajednicu. Zajednica će se sporazumjeti sa NO Kotara Šibenik o eventualnom osnivanju distributivnog poduzeća za područje Knina ili njegovog pripajanja Električnom poduzeću Šibenik. Zajednica će se također

sporazumjeti sa NO Šibenik o eventualnom izdvajanju HE Jaruga iz distribucije u specijalizirano poduzeće za proizvodnju električne energije.

2. TE Osijek će, po odredbama čl. 30. Zakona o elektroprivrednim organizacijama i dalje ostati u sklopu distributivnog poduzeća »Elektroslavonija«.
3. TE Županja, kao samostalan pogon »Elektroslavonije« Osijek, ostaje privremeno u sastavu »Elektroslavonije«, a kasnije će se najvjerojatnije pridružiti tvornici šećera »Boris Kidrič«, Županja.
4. Iz osnovnih sredstava distributivnih poduzeća prenijet će se u osnovna sredstva »Elektroprenosa« Split i Zagreb ovi dalekovodi:

DV 2 × 30 kV TE Zagreb-TS 110/30 kV Rakitje
DV 30 kV TE Rijeka-TS Turnić-TS Matulji
DV 2 × 50 kV TS Raša Vinčent-Karojba-granica LRS i DV 2 × 50 kV TS Vinčent Pula
DV 30 kV Međurić-Gradiška-Slavonski Brod
DV 30 kV TE Zagreb-TS 110/30 kV Klara
DV 2 × 30 kV HE Manojlovac-TS 110/30 kV Šibenik
DV 30 kV TS 110/30 kV Šibenik-Ražine (novi i stari)
DV 2 × 30 kV TS 110/30 kV Šibenik-Ferolegure
RS 30 kV Lozovac
DV 50 kV TS Raša-TE Vlaška
DV 30 kV Vinodol-Vrata-Vrelo (Fužine)

Pored ovih zaključaka, još je zaključeno da se ne usvoji prijedlog »Elektroslavonije« o osnivanju prijenosnog poduzeća za područje Slavonije, te da se prijenosna postrojenja TS 110/30 kV Brijest prenese u osnovna sredstva »Elektroprenosa«, Zagreb.

Pravila Zajednice i Poslovnik za rad Upravnog odbora

Prema odredbama člana 37 i 38 Zakona o elektroprivrednim organizacijama, Upravni odbor Zajednice ima donijeti svoja pravila u kojima će se regulirati poslovanje Zajednice, upravljanje osnovnih sredstava, prava i dužnosti organa Zajednice, odnos Zajednice i udruženih poduzeća, te niz drugih pitanja koja su od značaja za rad Zajednice. Pravila su, uglavnom sastavljena od ranijeg Statuta i Pravilnika Zajednice. Da bi se pravila donijela čim je to moguće prije, te da bi bila sveobuhvatnija, Upravni odbor je odredio komisiju koja je pripremila nacrt pravila te ga podnijela na odobrenje Upravnom odboru. Nakon manjih primjedbi Pravila su prihvaćena, a tako isto i Poslovnik za rad Upravnog odbora. Pravila ne će još stupiti na snagu, jer je propisano da se ima tražiti suglasnost SIV.

TE Jertovec — samostalno poduzeće

Centralni radnički savjet poduzeća Elektrane Zagreb donio je na svom zasjedanju od 27. III. 1958. godine zaključak da se predloži Upravnom odboru Zajednice da se pogon Jertovec izdvoji u samostalnu poslovnu jedinicu, budući ispunjava sve uvjete za to. Kako je utvrđeno da TE Jertovec zaista ispunjava sve uvjete to je donesen zaključak da TE Jertovec postaje samostalno poduzeće i udružuje se u Zajednicu.

Međurepublička razmjena kadrova

Konstatirano je da mnogi naši stručnjaci odlaze na specijalizaciju u inostranstvo sa zadatkom da prouče rad ili organizaciju nekih elektroprivrednih objekata, te da iskustvo pokušaju prenijeti na naše uslove, a da prije toga ne ponzaju u dovoljnoj mjeri rad niti domaćih objekata. U poslijeratnom periodu mi smo izgradili niz novih savremenih termo- i hidroelektrana u kojima bi naši stručnjaci mogli mnogo uočiti jednim kraćim boravkom u njima. U toku prošle godine naša Zajednica je sa Zajednicom BiH pokušala ostvariti takovu izmjenu stručnih kadrova, ali je Zajednica BiH iznenada i iz nepoznatih razloga odustala od toga. U toku ove godine Zajednica će ponovno pokušati razmjenu i sa ostalim Zajednicama.

Plan rada Instituta za Zajednicu

Kao i ranijih godina, Institut za elektroprivredu je i ove godine podnio plan radova koje će u toku ove godine izvršiti za Zajednicu. Podneseni plan je Upravni odbor u cijelosti prihvatio, te ovlastio Glavnog direktora da sa Institutom sklopi odgovarajući ugovor.

Mirko Jovanović

Savjetovanje direktora elektroprivrednih škola i đačkih domova

Da li će elektroprivreda dobiti poseban fond za uzdizanje kadrova?

U drugoj polovini mjeseca travnja, održano je u Skopju trodnevno savjetovanje direktora elektroprivrednih škola i domova, sa zadatkom — priprema materijala za godišnju konferenciju svih elektroprivrednih škola. Kao i uvijek, tako je i ovoga puta centralno mjesto zauzela diskusija o nastavnim planovima i programima. Pored pripremnog referata o nastavnim planovima i programima, pročitani su i pripremljeni referati o pedagoškom odgoju učenika, te o ulozi i odgovornosti đačkih domova.

Prije početka rada konferencije, drug Vuko Stojković je između ostalog, upoznao prisutne da je u pripremi Uredba o osnivanju fonda za kadrove u elektroprivredi. U svom izlaganju, drug Stojković je iznio nekoliko prednosti koje će elektroprivreda dobiti tim fondom. Elektroprivreda sada ulaže godišnje nešto preko sto milijuna dinara u opći fond za kadrove. Izdvajanjem tog iznosa elektroprivreda bi uglavnom riješila pitanje financiranja svojih sedam elektroprivrednih škola. Pored redovnog održavanja škola, riješilo bi se i pitanje investicione izgradnje nekih školskih objekata započetih u pojedinim republikama, kao i gradnja novih objekata koji su samo predviđeni. Fond za kadrove kojega bi dobila elektroprivreda bio bi sam po sebi nedovoljan za investicione zahvate, ali, ako se ima u vidu da bi Fond bio pravna osoba, pripadalo bi mu pravo podizanja investicionih zajmova, kojima bi se riješilo upravo pitanje gradnje. Ako ovdje dodamo i mogućnost povećanja stope doprinosa za kadrove od strane udružene elektroprivrede, onda možemo biti sasvim sigurni da će fond za kadrove ispuniti očekivanja. Nema sumnje da će se postaviti opravdanost zahtjeva elektroprivrede za izdvajanjem fonda — no, ako se ima u vidu specifičnost same djelatnosti, onda će se doći do zaključka, da elektroprivreda treba poseban kadar kvalificiranih radnika, kojega uopće ne može ili će vrlo teško moći regrutirati iz drugih škola, onda je traženje takovog fonda sasvim opravdano.

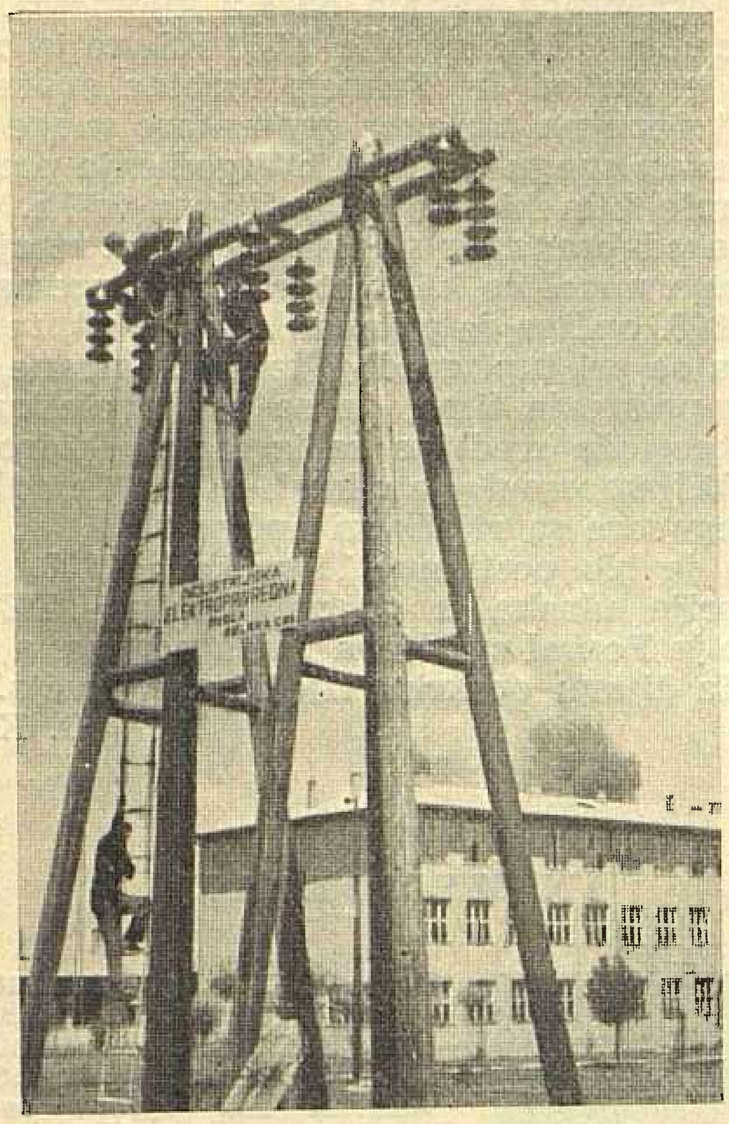
Nastavni program

Izrada nastavnog programa je u svakom slučaju prilično komplicirana stvar, pogotovo kada takav nastavni program treba da odrazi potrebu jedne privredne grane koja se gotovo u cijelosti orijentira na određeni tip škole. Upravo je u pripremi Zakon o reformi školstva, jer se konstatiralo, da dosadašnji način niti po svom obliku, a niti po kvaliteti nije mogao zadovoljiti odgovarajuće potrebe. Kako u ostalim školama, tako i u našim elektroprivrednim nije program u cijelosti zadovoljio. Iako sve naše elektroprivredne škole imaju uglavnom isti zadatak, njihovi nastavni planovi i programi, kako teoretskog, tako i praktičnog dijela nastave morali su se izjednačiti.

Ranijih godina razlike u planovima nastave bile su znatnije, no one su sada svedene na vrlo malu razliku, a može se očekivati da će i te razlike u najskorije vrijeme potpuno nestati.

O nastavnom programu strojara bilo je također mnogo diskusije, naime prema sadašnjem programu strojari

se obučavaju u čiste strojobravare, dakle, takove kvalificirane radnike, kakove elektroprivreda ne može primiti kao gotove. Elektroprivredi su potrebni pogonski strojari, poznavaoci kotlova, turbina i više elektrotehničkog dijela nego ga oni sada znaju. Na sastanku se raspravljalo i o uvođenju stranog jezika, jer otvaranjem Visoke tehničke škole za pogonske inženjere, strani jezik postaje praktično aktuelan.



Vježbe na školskoj mreži visokog napona. U pozadini se vidi zgrada EPŠ, Zagreb.

Kao jedan od zadataka škola, postavljeno je pripremanje radnika za više zvanje. To je proizašlo iz toga što u elektroprivredi postoji mnogo priučenih radnika, koji prema svojim stečenim radnim navikama zadovoljavaju na određenim radnim mjestima, ali kako nemaju potrebnog stručnog ispita, to su prikraćeni kako sa materijalne strane, tako i sa strane potpunog povjerenja na pojedinim zadacima. Elektroprivredna škola u Cerknu već radi na tim zadacima i to vrlo uspješno.

Praktična nastava u radionici EPŠ u Zagrebu

O tim problemima će se svakako više raspravljati na godišnjoj konferenciji u Mariboru, pa će se u tom pravcu donijeti i odgovarajući zaključci. Koliko se tom problemu pridaje važnosti vidi se iz toga što je Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske stavila na raspolaganje elektroprivrednoj školi grupu stručnjaka koji će pregledati nastavni plan i program, te ga prilagoditi uz ostalo i potrebama elektroprivrede.

Uloga đačkih domova

Ne manju ulogu u izobrazbi kadrova, imaju đački domovi; oni trebaju biti novi obiteljski dom svakom polazniku. Đak ne smije osjetiti teret doma, jer mu to otežava njegov daljnji razvoj. Nema sumnje da su naši domovi uglavnom u tome uspjeli, ali pored svega toga javlja se i niz drugih nedostataka koji se s nešto više napora mogu riješiti. Često puta se postavlja sportski i kulturni život đaka, kako i kuda ga usmjeriti, da on ne prijeđe okvire korisnosti. Predviđa se da će u narednim godinama biti osnovan Cup elektroprivrednih škola u šahu i stolnom tenisu. Za sada se predviđa samo u ove dvije grane, jer se i ovdje osjeća oskudica u materijalnim sredstvima.

Pitanje koordinacije škole i doma, gotovo je potpuno riješeno, no još se uvijek postavlja pitanje omladinske organizacije, da li ona treba da postoji u školi ili u domu uz napomenu da dio đaka ne stanuje u domu. Po tom pitanju su mišljenja podijeljena, predstavnici domova su mišljenja da omladinske organizacije trebaju postojati u domovima, jer je đak vezan, u slobodno vrijeme kada on uglavnom slobodno djeluje, za dom, dok su predstavnici škole obrnutog mišljenja.

U mnogim domovima se pored ostalog pojavio i problem odgojiteljskog kadra. Većina odgojitelja rade u tom zvanju samo dok im je potrebno radi studija, a čim studij završe napuštaju to zvanje. Takvo često mijenjanje odgojiteljskog kadra ne može proći bez posljedica za domove. Koliko je složen rad u našim školama i domovima vidi se iz izloženog, stoga i slijedi da je konferencija u Mariboru vrlo važna i da se od nje mnogo očekuje.

Mirko Jovanović

Prve riječke električne centrale

Prilikom 50. godišnjice TE Rijeka

U mjesecu svibnju 1958. pada 50-godišnjica postojanja termoelektrane Rijeka. Kako to nije prva riječka javna termocentrala, osvrnut ćemo se na povijest prvih električnih centrala, koje su postojale prije sadašnje termoelektrane, dok će podaci u vezi razvoja postojeće centrale, biti posebno izneseni.

Pobjedonosni pohod električne energije započeo je posljednjih tridesetak godina prošlog stoljeća. U početku su se osvjetljavale pojedine značajnije zgrade, da bi se kasnije prešlo na javne elektrane sa širim opskrbnim područjem.

Riječka kazališna zgrada svečano je otvorena 1885. operom »Aida«. Riječko novo kazalište bila je prva javna zgrada koja je bila osvjetljena električnim svijetlom. Energija je dobivana iz agregata, postavljenog u zgradi. Tadašnji kroničari bilježe nezgodu, koja je uslijedila te večeri. Tokom prvog čina došlo je do kvara na električnoj instalaciji. Budući da nije uspjelo odmah ukloniti ga, moralo se predstavu odgoditi, te je bila održana dan kasnije. Poznato je, da je prilikom javnog plesa završne godine vojne pomorske akademije god. 1885. koja se nalazila u zgradi današnje riječke bolnice »Braće dr. Sobol«, zgrada bila također osvjetljena električnom rasvjetom, improviziranom za tu zgodu. Agregat je stavila na raspolaganje tvornica »Torpedo«. Ovo posljednje dokazuje, da je spomenuta tvornica već raspolagala manjim agregatima. Međutim sve to nisu bile centrale u današnjem smislu riječi, t. j. za širu elektrifikaciju.

Prva centrala, podignuta sa svrhom osvjetljavanja jednog šireg kompleksa, i to željezničkih i lučkih postrojenja podignuta je i stavljena u pogon godine 1890. Ovu centralu pokretao je parni stroj snage 40 KS, a struju se dobivalo iz generatora istosmjerne struje od 22 kVA. Iste godine bila je povučena i prva mreža duž željezničkih i lučkih postrojenja.

Pokušaj da se otvori javna centrala u pravom smislu, koja bi proizvodila električnu energiju kako za rasvjetu, tako i za industriju, započeo je još 1886. Te godine započeli su pregovori riječke općine sa bečkom tvrtkom »Internationale Elektrizitätsgesellschaft« za otva-

ranje javne centrale. Realizaciji tog plana suprostavilo se bečko društvo za proizvodnju plina, koje je od 1872. imalo koncesiju za proizvodnju plina na Rijeci, sa isključivim pravom rasvjete gradskog područja. Zbog takve situacije pregovori su propali, da bi se 1890. ponovno našle kod riječke općine ponude »Siemen & Halske« i samog bečkog plinskog poduzeća. Stvar je ponovno propala, jer je povoljnija bila Siemensova ponuda, a kada je to vidjela konkurencija, ponovno se pozvala na pravo svoje koncesije za rasvjetu.

Usprkos prednjih poteškoća proradila je godine 1892. u Rijeci nova javna električna centrala, koju je podignulo na mjestu današnje Tvornice ambalaže »Mirna« u blizini sadašnje Rafinerije nafte, bečko društvo »Internationale Elektrizitätsgesellschaft«. Ova centrala raspolagala je sa tri parne turbine, svaka snage od 120 KS, koje su pokretale svaka po jedan jednofazni generator. Spomenuta tvrtka podigla je ovu centralu vlastitim sredstvima sa namjenom, da opskrbljuje javnu i privatnu potrošnju električnom energijom. Preuzela je opskrbu željezničkih i lučkih postrojenja od tadašnje centrale na istosmjernu struju, kao i opskrbu novopodignutog silosa u riječkoj luci. Proizvedena energija vodila se do potrošača preko vodova sa naponom od 2.000 V time, da se je transformirala kod mjesta potrošnje na 100 V. Početna dnevna proizvodnja u ovoj centrali iznosila je oko 900 kWh, od čega se je 600 kWh trošilo za željeznička i lučka postrojenja, a ostatak od 300 kWh dnevno za potrebe silosa. Kako je mreža bila povučena uglavnom u donjem dijelu grada uz luku, na nju su se počele priključivati i prve stambene zgrade, te su time udareni temelji proširenju mreže. Zanimljivo je spomenuti, da dok je električna sijalica u zgradama zasjala već u prošlom stoljeću u Rijeci, na gradskim ulicama uslijedilo je to oko 20 godina kasnije, jer društvo za proizvodnju plina kao koncesioner, više godina nije dozvolilo, da se javna rasvjeta priključuje na električnu mrežu.

U vezi rada ove centrale zanimljivo je spomenuti, da je 2 kV mreža bila povučena kao dva voda presjeka 2 × 50 mm² Cu, a uzduž nje su bile tri transformatorske stanice prenosnog omjera 2000/100 V.

Vjerojatno je ovo jedna od prvih centrala izmjenične struje u našoj zemlji. Iako se radilo o jednofaznim generatorima, treba konstatirati, da je za vrijeme kada je građena, to bila posljednja riječ tehnike.

Usprkos postojanju jedne centrale, riječka općina je ponovno razmotrila stvar i 3. listopada 1893. raspisan je konkurs za dobivanje koncesije za izgradnju javne elektrane. Uz bečko društvo sudjelovalo je u konkursu i budimpeštansko poduzeće »Magyar Villamossagi R. T«. Na temelju primljenih ponuda koncesija je dana mađarskom društvu, kao povoljnijem ponuđaču, te je 5. srpnja 1894. izdana koncesija na 34 godine od dana početka pogona nove centrale. Ova posljednja firma je ujedno otkupila centralu, koja je bila vlasništvo bečkog društva, i počela izgradnju šire jednofazne mreže, te uvođenje energije u niz zgrada. Istovremeno započeta je gradnja nove centrale, koja je bila poznata pod nazivom »Ponsal«, a smještena nasuprot centrali, koju je podignulo bečko društvo. Centrala »Ponsal« stavljena je u pogon 2. rujna 1897. a raspolagala je sa tri nova agregata od kojih su dva bila po 150 KS, a jedan od 100 KS. Generatori su bili jednofazni. Stavljanjem ove centrale u pogon, stara je napuštena, a sva tri su stroja od po 120 KS prenesena u novu centralu, koja je tada raspolagala sa ukupno 6 agregata. Napon od 2 kV za razvod po gradu zadržan je i kod ove centrale, a distributivni napon za potrošače ostao je nadalje 100 V.

Energija proizvedena u ovoj centrali razvodila se je kabelom presjeka 2 × 100 mm² Cu i vodom presjeka 4 × 50 mm² Cu, koji je postojao od prije. Uz kabel je bilo 7 transformatorskih stanica 2000/100 V, svaka sa 4 transformatora snage 10 kW, t. j. u svakoj stanici su bili transformatori snage 40 kW.

G. 1900. »Magyar Villamossagi« je imalo 200 potrošača. G. 1908, pred otvaranje nove termoelektrane, broj potrošača popeo se na 730, sa ukupno 940 brojila. Prema raspoloživim podacima zna se, da se je — ovisno o godišnjem dobu — dnevno opterećenje kretalo između 150 do 200 kW, a noćno opterećenje, napose u večernje sate, poraslo bi i do 500 kW.

Centrala Ponsal imala je prvu baždarnicu, koja je proradila zajedno sa centralom.

G. 1903. riječko općinsko vijeće je raspravljalo o raznim komunalnim potrebama. Na temelju toga pristupio je komunalni odjel razradi projekta. To je bio projekt kombinata hidro-termo-postrojenja. Projekt je predvidio korištenje pada Rječine od 57,8 metara uz izgradnju otvorenog kanala od 1,2 kilometra. Po tom projektu snaga HE bi iznosila 2.700 KS, te je bila stoga odabrana grupa od tri Francis turbine svaka po 900 KS, priključene na trofazne generatore snage 600 kW. Uz instaliranu snagu od 1800 kW godišnja proizvodnja hidrocentrale bila bi oko 3,5 milijuna kWh. Lokacija TE bila je odabrana uz vodovod Zvir, a strojarna hidroelektrane nekoliko kilometara dalje prema Žaklju. Ljeti g. 1906. općina je prihvatila elaborat, te donijela odluku, da se pristupi gradnji termoelektrane, kao komunalnog poduzeća time, da se po dovršetku njezine izgradnje potraže sredstva za izgradnju hidrocentrale. »Magyar Villamossagi« je odmah nakon te odluke stupilo u pregovore sa riječkom općinom.

Sporazum je bio postignut 14. veljače 1908., t. j. par mjeseci prije ulaska u pogon sadašnje TE Rijeka. Postepeno je Ponsal stavljena izvan pogona, a nova TE je preuzela čitavu opskrbu riječkog područja.

D. Kirinčić

IN MEMORIAM

Dana 7. 8. o. g. preminuo je Ing. Milun Neven, tehnički rukovodilac Električnog poduzeća Šibenik. Smrt je nastupila nenadano, prekinuvši mu vječni osmijeh na usnama, a ostavivši nas ražalošćene s nijemim pitanjem: zašto? Toga dana Ing. Milun došao je na posao normalno, kao obično. Nije se tužio ni na šta, te je bio nasmijan i odlično raspoložen. Konstatiravši da nema cigareta, otišao je u portirnicu da pošalje po njih. Netom što je dao novac, pao je na tlo bez ijedne riječi. Nekoliko prisutnih drugova iz poduzeća – koji su brzo priskočili, odnijeli ga u kola i brzim tempom odvezli u Opću bolnicu – čuli su tek jedan jači izdisaj. Kod prihvata u bolnicu dvojicu liječnika dali su mu dvije injekcije, na koje više uopće nije reagirano. Po svim znacima sudeći ing. Milun bio je mrtav još u samoj zgradi poduzeća, na mjestu gdje je pao.

Vijest o tom žalosnom događaju iznenadila je svakog koga smo o tome obavijestili, a naročito drugove iz elektroprivrede, kao i narodne vlasti i raznih privrednih organizacija, što najbolje potvrđuju mnogi izrazi saučešća te pomoć raznih poduzeća, organizacija, ustanova i pojedinaca pri organizaciji sprovoda.

Pokojnik je otpraćen 8. 8. 1958. u 10 sati od Opće bolnice do zapadne periferije Šibenika, nakon čega je kolonom automobila uz pratnju velikog broja rodbine, članova Radnog kolektiva, članova DIT-a Šibenik i drugih prevezen u Sinj, gdje je istog dana obavljen sprovod u 18.30 sati.

S pokojnikom su se između ostalih oprostili dirljivim riječima: u ime Radnog kolektiva Ninić Krste – sekretar poduzeća, u ime DIT-a Šibenik Ljubković Stipe – tajnik DIT-a. u ime Sekcije električara DIT-a Šibenik Bibić Krste i Ing. Guberina Vinko.

Kolektiv ovog poduzeća sa žaljenjem konstatira da je iz svojih redova izgubio dobrog i marljivog rukovodioca i druga koga će teško prežaliti, jer je bio svima blizak, omiljen, vječno raspoložen, požrtvovan i spreman pomoći svakome i svagdje, pa i tamo gdje nije trebao po svojoj službenoj dužnosti.

Pokojni Ing. Milun rođen je 7. 9. 1922. u Sinju. Bio je oženjen, otac jednog djeteta. U stalni radni odnos stupio je 1. 8. 1954. i to u poduzeće u kojem je dočekao ranu smrt. Neposredno prije stupanja u poduzeće diplomirao je na zagrebačkom Sveučilištu.

Za vrijeme rata učestvovao je u NOP-u. Poslije Oslobođenja radio je aktivno u političkim organizacijama u Sinju. U Električnom poduzeću vršio je dužnost tehničkog rukovodioca od 1955 do časa smrti. Bio je član Upravnog odbora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, zatim predsjednik Ispitne komisije pri NOK Šibenik za polaganje ispita za zvanje kvalificiranih radnika, član raznih komisija unutar poduzeća, član uprave DIT-a Šbenik, čije je elektrotehničke sekcije ranije bio tajnik.

Neka je slava radniku i drugu Ing. Milunu!

Radni kolektiv Električnog poduzeća Šibenik

Elektrifikacija Iberskog poluotoka

Ovaj dio Evrope raspolaže samo s malim vodnim količinama, pa hidroelektrane nisu u stanju da već i sada pokrivaju svu potrebu na električnoj energiji. Te zemlje (Španija i Portugal) čine napore za svoj razvitak i potražnja električne energije rast će progresivno prema napretku industrijalizacije. Iako je danas Portugal u specifičnoj potrošnji po stanovniku (250 kWh/god. u 1956) još nešto iza Jugoslavije (280 kWh/god. u 1956), Španija ima veću potrošnju (470 kWh/god. u 1956). Prosječni porast proizvodnje električne energije 1951. do 1956. iznosi u Portugalu 15,8%, u Španiji 10,7%, a u Jugoslaviji 14,5%.

Opskrba potrošača električnom energijom u Španiji u velikoj mjeri ovisi o vremenskim prilikama i glavni teret proizvodnje električne energije snose hidroelektrane. U godinama s nedovoljnim oborinama i s nedovoljnim dotokom vode, dolazi do manjka električne energije iz vlastitih izvora, jer snage termoelektrana ne mogu proizvesti manjak proizvodnje u hidroelektranama. Po podacima u časopisu *Elektrizitätswirtschaft*, 1958, br. 2, od ukupne proizvodnje u hidroelektranama otpada na protočne elektrane 82%, a na akumulacione 18%. Ostvareno srednje godišnje iskorištenje hidroelektrana iznosi 3051 sat, a termoelektrana 2766 sati. Termoproizvodnja je u odnosu na 1955 smanjena za 17,7%. Preteženi se dio termoelektrana nalazi u ugljenim bazenima i one su uglavnom izrađene na otpadni ugljen. Od ukupne termoproizvodnje na elektrane ugljenih bazena, izgrađene na otpadni ugljen, dolazi 56% proizvodnje, a na ostali ugljen 20%. Ostatak od 24% termičke proizvodnje električne energije otpada na gradske termoelektrane sa 19% proizvodnje i na ostale termoelektrane sa 5% proizvodnje. Razvoj instaliranih snaga u hidro- i termoelektranama, te razvoj proizvodnje iz tih elektrana za vremensko razdoblje od 1930 do 1956 vidljiv je iz tablice 1.

Tablica 1

Godina	Instalirana snaga MVA			Proizvodnja GWh		
	termo	hidro	ukupno	termo	hidro	ukupno
1930	322	931	1 253	227	2 382	2 609
1933	453	1 190	1 643	250	2 646	2 896
1936*	466	1 443	1 909	203	2 598	2 801
1939	430	1 461	1 891	267	2 844	3 111
1942	456	1 514	1 970	373	4 065	4 438
1945**	485	1 638	2 123	993	3 243	4 236
1948	575	1 947	2 522	939	5 226	6 165
1951	818	2 216	3 034	1 355	6 944	8 299
1954	1 105	2 909	4 014	2 943	7 189	10 132
1955	1 127	3 749	4 876	2 899	9 029	11 928
1956	1 202	4 260	5 462	2 440	11 300	13 740

* vrijeme građanskog rata; ** izvanredno sušna godina;
GWh = 1 000 000 kWh

Španija razmjenjuje električnu energiju s Francuskom i Portugalom, pa manjak vlastite proizvodnje pokriva iz tih zemalja. Potrošnja električne energije u 1956 (uključivši i gubitke) porasla je za 14,4%. Ovaj porast u odnosu na 1955 ne samo da je bilo moguće pokriti vlastitim elektranama, već je u bilanci razmjene električne energije s inozemstvom ostvaren čak i saldo u korist Španije. Veći dio ovog salda preuzela je Francuska.

Bilanca razmjene električne energije s inozemstvom za vremensko razdoblje od 1950 do 1956 g. daje se u tablici 2.

U 1956 stavljeno je u pogon novih 586 MVA proizvodnih snaga, od toga otpada 511 MVA na vodne snage, a 75 MVA na toplinske snage. Za 1957 predviđao se prirast proizvodnih snaga od 1101 MVA, od toga 746 MVA toplinskih snaga i 355 MVA vodnih snaga.

Prijenos električne energije proširen je u 1956 za 824 km dalekovoda napona preko 100 kV (3 dvostruka i 6 jednostrukih vodova), a od toga 418 km dalekovoda napona 220 kV (3 jednostruka voda). Za 1957 predviđeno je bilo daljnjih 15 linija u ukupnoj duljini od 2058 km za napone iznad 100 kV, od toga 5 jednostrukh vodova u ukupnoj duljini od 1176 km za napon od 220 kV.

Tablica 2.

Godina	Izvoz GWh	Uvoz GWh	Višak uvoza GWh
1950	3	8	5
1951	11	24	13
1952	19	26	7
1953	25	28	3
1954	14	110	96
1953	72	128	56
1956	216	58	158 (v. izvoza)

Portugal nije imao izgrađene vodne snage, nego je znatan dio potrebne električne energije proizvodio u termoelektranama iz goriva, koje je morao uvoziti. Stoga je 1947 za izgradnju vodnih izvora energije i za pogon savezne elektroenergetske mreže osnovano »Nacionalno poduzeće za elektroprivredu« (»CNE« — Companhia National de Electricidade) sa sjedištem u Lisabonu. U ovom poduzeću sudjeluju: država, poduzeća za proizvodnju i poduzeća za prijenos odnosno za distribuciju električne energije. »CNE« treba da poveže izvore energije s postrojenjima za razdiobu.

Prema časopisu *Elektrizitätswirtschaft*, 1958, br. 2, imalo je poduzeće »CNE« krajem 1956 već 897 km dalekovoda na naponu 150 kV i 66 km na naponu 60 kV. Osim toga ono je imalo u pogonu i 3 transformatorske stanice od 150/60 kV i 1 stanicu od 150/30 kV, sa pripadnim telekomunikacionim vezama (visokofrekventnim telefonskim aparatima). Osnovni je zadatak »CNE« bio, da popravi nepovoljnu strukturu proizvodnje električne energije do 1947 obzirom na mali udio hidroelektrana u ukupnoj proizvodnji. »CNE« direktno opskrbljuje električnom energijom specijalne velepotrošače kao elektrokemiju, elektrometalurgiju, elektrovuču i druge, ako je to tehnički i ekonomski opravdano.

Na temelju podataka objavljenih u jednoj ilustriranoj statističkoj brošuri koju je izdalo »CNE« proističe, da je godišnji porast potrošnje električne energije u Porugalu veći od prosječnog godišnjeg porasta u drugim zemljama. Prije Drugog svjetskog rata taj je porast iznosio u prosjeku 9%, a nakon tog rata potrošnja se povećala na prosječnih 12% godišnje kod porasta pučanstva od oko 1% godišnje. Poljoprivreda traži sve više električne energije za pogon motora, a i za toplinu. Međutim, potrošak električne energije u domaćinstvu — izuzev grada Porto — nije razvijen kao u drugim zemljama. No i u tom smjeru teži se učiniti stanoviti napredak. Ima poteškoća oko financiranja elektroenergetske izgradnje u skladu s razvojem potrošnje električne energije.

Razvoj proizvodnje i potrošnje električne energije za vremensko razdoblje od 1947 do 1956 vidljiv je iz tablice 3.

Tablica 3.

Godina	Proizvodnja		Potrošnja	
	GWh	udio hidro u %	GWh	porast %
1947	722	45,4	593	—
1948	811	43,6	673	13,5
1949	836	33,0	694	3,1
1950	942	46,5	780	12,4
1951	1 043	77,9	863	10,6
1952	1 339	89,2	1 128	30,7
1953	1 380	72,4	1 153	2,2
1954	1 659	87,5	1 406	21,9
1955	1 890	91,3	1 620	15,2
1956*	2 166	93,7	1 856	14,6

* Procijenjeni podaci

Udio hidroproizvodnje u ukupnoj proizvodnji električne energije raste iz godine u godinu. Poduzeću »CNE« je uspjelo da popravi strukturu proizvodnje električne energije i time u neznatnoj mjeri smanji uvoz energetskog goriva. Prekretnica u strukturi proizvodnje nastala je 1951. Od ove godine sve više raste udio hidroproizvodnje u ukupnoj proizvodnji električne energije. Termoelektrane služe danas uglavnom kao rezerva i ispomoć. Njihova instalirana snaga od oko 200 MW nije se praktički mijenjala tokom izvještajnog vremenskog razdoblja. Naprotiv instalirana snaga hidroelektrana, koja je u razdoblju od 1947 do 1950 iznosila 170 MW porasla je do 1956 na 790 MW. Tek u izvanredno sušnim godinama (kao što je na pr. bila 1953) zatniju ulogu igraju termoelektrane.

Uzimajući u obzir cjelokupni broj stanovništva Portugala, specifični potrošak električne energije po jednom stanovniku porasao je od 76,8 kWh u 1947 na 197,8 kWh u 1955. Ako se uzme u obzir samo elektrificirani broj stanovnika, onda treba specifični potrošak električne energije po jednom stanovniku u 1947 povećati za oko 60% a u 1955 za oko 40%. Uzimajući u obzir površinsku mjeru zemlje specifični potrošak električne energije na km² iznosio je u 1947 6700 kWh/km², a u 1955 oko 18.300 kWh/km².

D. Feöcze

Pojačana proizvodnja nafte u podunavskim zemljama

Nafta predstavlja danas najvažniju, a možda i najosjetljiviju sirovinu u savremenom gospodarstvu. Stoga je razumljivo, da su i Podunavske zemlje — mahom manje zemlje s još nepotpuom samostalnnošću u svojoj ekonomici — napregnule sve sile, da svoje potrebe na ovoj važnoj sirovini u što većoj mjeri pokriju iz vlastitih izvora. Bit će zato od interesa, da se na temelju podataka zavoda *Österreichisches Wirtschaftsinstitut*, IV/1958, u Beču, prikaže razvoj u proizvodnji nafte na tom području.

Mada još nema potpunih statističkih podataka o proizvodnij nafte u Rumunjskoj za 1957, ona se kretala u granicama od 11 milijuna tona (1956. godine 10,9 milijuna tona). Pojačana izgradnja rafinerija, koje ne zaostaju više za zapadnoevropskima, pruža Rumunjskoj mogućnost za sve veći izvoz naftinih proizvoda, kao što su benzin, plinsko i gorivo ulje ili parafin. U tom izvozu pojavljuje se ponovo Bliski Istok kao potrošač pored Srednje Evrope, ma da Rumunjska ima obavezu da pripremi još znatne isporuke nafte za SSSR. Tridesetih godina Rumunjska je raspolagala sa 59 rafinerija s godišnjim kapacitetom od 12,5 milijuna tona (jedna je imala kapacitet od 1,8 milijuna tona, 4 po 1 milijun tona prerade sirove nafte godišnje, dok su ostale bile manjeg kapaciteta). Sada, međutim, prerada je racionalizirana i koncentrirana na ukupno 14 velikih rafinerija s oko 11 milijuna tona godišnjeg kapaciteta prerade.

Rafinerija nafte broj 1 u Ploeštiju prerađuje oko ⅓ rumunjske proizvodnje nafte i raspolaže fabrikom za proizvodnju naftene kiseline. U blizini Ploeštija, u Teleajenu, postojeća rafinerija br. 3 izgrađuje se u najmoderniju rafineriju u cilju prerađivanja parafinskih ostataka nafte u visokovrijedna pogonska sredstva i avionski benzin. Njoj je priključeno postrojenje za proizvodnju visokovrijednih sredstava za đubrenje. Rafinerija nafte br. 8 u Dermaneštiju kao i rafinerija br. 10 u Borzeštiju (obe u Moldaviji) spadaju u najmodernija i najveća postrojenja za preradu nafte u Rumunjskoj. Prva proizvodi isključivo gorivo ulje, dok druga ima program sličan programu rafinerije br. 3. Ova treba da se izgradi u vezi s toplanom i jednim petroleumskim pogonom u najveću rafineriju nafte jugoistočne Evrope. Za dalju preradu je određena rafinerija nafte u Brašovu. Godišnji kapacitet istražnih bušenja u posljednjih 10 godina je utrostručen i iznosi sada oko 900.000 metara godišnje.

Druga po veličini proizvodnje je Mađarska, koja je većinom već popravila ratna oštećenja u industriji nafte. U 1957. je navodno proizvedeno 40.000 tona preko plana, čime je postignuta ista vrijednost kao prethodne godine u visini od 1,1 milijun tona. U 1958. proizvodnja treba da se poveća za daljnjih 100.000 tona. Daljnjem preplavljenju najboljih mađarskih naftonosnih polja u Nagylengyelu stalo se na put. Porast proizvodnje se odnosi prvenstveno na nove sonde, koje su podignute u toj oblasti. Mađarska, koja prebacivanjem od parnih na Diesel-lokomotive bilježi rastuću potrošnju nafte i povlači naftu iz SSSR-a (uglavnom austrijsku naftu na teret reparacija), iz Bugarske i Austrije, spremila je znatna investiciona sredstva za dalja otvaranja.

Bugarska je tek 1955. počela da eksploatira naftu u većim količinama, tako da je njena proizvodnja 1957. dostigla nepunih 300.000 tona (1956 — 246.000 tona, 1955 — 150.000 tona). Težište se nalazi u oblasti Balčik, gdje je 1951. kod sela Tjulenova od 158 sondi 106 bilo pozitivnih i gdje su kosim bušenjem otvorena nalazišta, koja se nalaze ispod voda Crnog mora.

Poljska i čehoslovačka nalazišta su, naprotiv, veoma skromna. Poljska je svoja bogata polja Borislav i Drohobice već 1939. ustupila SSSR-u, tako da sada raspolaže djelomično još neotvorenim naftonosnim poljima kod Rzeszowa. Godišnja se proizvodnja nalazi ispod 200.000 tona (1955 — sa 180.000 tona je pokriveno tek 11% unutrašnje potrošnje, a kapacitet rafiniranja je iskorišćen sa samo 26,5%). Ipak je predviđeno povećanje ovog kapaciteta do 1960. do 1 milijun tona.

Eksploatacija nafte u Čehoslovačkoj nije postigla više onu visoku kvotu od 125.000 tona proizvodnje, koja je zabilježena 1954, pošto je 1955. proizvedeno 107.000 tona, a 1956 — 108.000 tona. U istoj godini je uvezeno 1,18 milijuna tona nafte, od toga 4/5 iz SSSR-a i to većim dijelom austrijska reparaciona nafta. Ukupne rezerve Čehoslovačke su procijenjene sa 3 milijuna tona. Početkom 1958. stavljena je u pogon također rafinerija kemijske fabrike Podunajske Bistrice kod Bratislave.

Radi potpunosti može se spomenuti i eksploatacija nafte Jugoslavije uglavnom u oblasti Prekomurja, koja je 1957. porasla na oko 386.000 tona, dok je za 1958. predviđena proizvodnja od 430.000 tona (1956 — 294.000 tona). Već 1956. iznnosio je kapacitet prerade nafte tri rafinerije oko 890.000 tona, a u toku ove godine treba da postigne oko 1,1 milijunn tona. Ostale ⅔ za domaću potrošnju se uvoze.

Dr. M. Vitez

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ ZA MJESEC TRAVANJ 1958.

Proizvodnja i nabava električne energije NR Hrvatske

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh						Razmjena-saldo			Ukupno 5 + 6 + 7 + 8 + 9
		Udružene elektroprivrede		Većih ind. elektrana		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegov.	Mađarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IV.	1957	63618	9678	1902	10868	65520	20546	32754	10874	—	129694
V.	1957	60165	14305	1623	11231	61788	25536	37726	7201	—	132251
VI.	1957	50612	16278	1240	11656	51852	27934	34056	9559	—	123401
VII.	1957	27559	12692	659	13219	28218	25911	26744	42944	—	123817
VIII.	1957	23668	19756	603	16001	24271	35757	24536	38800	—	123364
IX.	1957	27511	21139	908	18524	28419	39663	22055	30968	—	121105
X.	1957	56381	21448	1443	18433	57824	39881	24376	18151	—	140232
XI.	1957	62666	22061	1658	15361	64324	37422	22922	23715	—	148383
XII.	1957	59164	30818	1327	16402	60491	47220	20228	83150	—	166089
Ukupno :	1957	617143	207162	15721	166377	632864	373539	327226	262951	—	1,596580
I.	1958	79976	26082	1886	11423	81862	37505	—1302	46891	—	164956
II.	1958	63076	18893	1580	13188	64656	32081	1779	50530	—	149046
III.	1958	86975	17759	2024	11951	88999	29710	—6000	62133	—5697	169145
IV.	1958	81811	20089	2255	11675	84066	31764	18930	26817	—5984	155593
Ukupno I. - II.		311838	82823	7745	48237	319583	131060	13407	186371	—11681	638740

ENERGETSKA BILANCA ZEP HRVATSKE ZA MJESEC TRAVANJ 1958. U MWh

IZVOR ELEKTRIČNE ENERGIJE	1958		1957		Odnos u %	
	Izvješt. mjesec	Od početka godine	Izvješt. mjesec	Od početka godine	1 : 3	2 : 4
a	1	2	3	4	5	6
Proizvodnja na generatoru: hidroelektrane	81811	311838	63618	249417	128,6	125,0
termoelektrane	20089	82823	9678	48665	206,5	170,5
Ukupno (a)	101900	394661	73296	298082	139,0	132,4
Vlastiti potrošak	2994	11340	1332	5808	224,9	195,0
Prag udruženih elektrana	98906	383321	71964	292274	137,5	131,2
Nabava: od industrijskih elektrana (b)	248	978	292	4213	84,9	23,3
Razmjena sa susjed. zajednicama (c)	45747	199778	43628	168046	105,0	118,9
Razmjena sa inozemstvom (d)	—5984	—11681	—	—	—	—
Ukupno raspoloživo na pragu:	138917	572396	115884	464533	120,0	123,3
Gubici: prijenosa	7488	37846	3832	16058	198,2	236,2
razdiobe	12945	55692	13163	49078	98,5	113,6
Predano potrošačima	118484	478858	98889	399397	119,9	120,0
Industr. vlastita opskrba (e)	13682	55004	12478	47597	109,7	115,6
Ukupna proizvodnja (F = a + b + e)	115830	450643	86066	349892	134,6	128,9
Proizvodnja, nabava i razmjena (G = f + c + d)	155593	638740	129694	517938	120,0	123,3
Nenamirene potrebe:						
zbog pomanjkanja energije	37,0	236,5	—	1722,4	—	13,7
zbog pogonskih smetnji	93,1	811,4	93,5	420,7	99,6	193,0
Ukupni manjak električne energije	130,1	1047,9	93,5	2143,1	139,1	48,8
Ukupna potreba električne energije	155723,1	639787,9	129787,5	520081,1	120,0	123,0
Zadovoljenje u %	99,9	99,8	99,9	99,7	100,0	100,1

POGONSKI POKAZATELJI ELEKTRANA ZA MJESEC TRAVANJ 1958.

Vrst elektrana		NAZIV ELEKTRANE	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh		Vlastiti potrošak		Moguća proizvodnja MWh	Faktor iskorištenja %	Maksimalno opterećenje MW	Utrošak topline kcal/kWh
				u izvj. mjesecu	od početka godine	MWh	% od proizvodnje				
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UDRUŽENE	HE	Vinodol	75,2	16 954	67 606	131	0,78	17 030	99,5	74,0	—
		Ozalj	5,0	3 334	11 830	131	3,94	3 400	98,0	5,3	—
		Zeleni Vir	0,8	616	2 345	3	0,49	616	100,0	0,8	—
		Fužine	4,0	—	358	—	—	—	—	—	—
		Kraljevac	68,0	40 695	157 223	150	0,37	46 750	87,0	67,3	—
		Miljacka	24,0	14 877	52 770	118	0,80	17 200	86,4	21,0	—
		Jaruga	5,4	3 777	14 810	2	0,05	3 960	95,3	5,4	—
		Zavrelje	1,5	1 438	4 508	8	0,56	...	...	...	—
		Mihaljevci	0,08	4	16	—	—	...	...	...	—
		Kuzmica	0,2	116	369	0	—	...	...	0,2	—
		Svega	××××	81 811	311 838	543	0,66	××××××	××××××	××××	××××××
	TE	Zagreb	17,0	4 775	21 484	803	16,81	12 240	39,1	14,4	5 950
		Jertovec	26,5	12 271	46 767	1 227	10,05	19 080	64,2	30,0	4 024
		Vlaška	9,0	2 316	11 199	295	12,75	6 480	35,7	9,1	5 420
		Rijeka	5,0	66	507	30	45,50	3 600	1,8	2,7	8 115
		Dubrovnik	1,0	13	142	0	—	720	1,8	...	...
		Zadar	0,5	—	1	—	—	360	—	—	—
		Osijek	3,4	516	2 131	67	13,00	2 448	21,1	3,3	6 511
		Đakovo	0,5	132	587	29	22,00	360	36,7	0,4	10 868
		Vinkovci	0,2	—	4	—	—	144	—	—	—
		Kuzmica	0,2	—	1	—	—	144	—	—	—
		Svega	××××	20 089	82 823	2 451	12,25	××××××	××××××	××××	××××××
		Ukupno	××××	101 900	394 616	2 994	2,94	××××××	××××××	××××	××××××
INDUSTRIJSKE	HE	Pam. ind., Duga Resa	1,7	744	2 740	*	*	...	...	*	—
		Tv. papira, Rijeka	0,4	441	1 394	*	*	...	...	*	—
		Tv. cementa, Majdan	1,0	745	2 373	...	...	...	...	...	—
		Roški Slap, Siverić	0,8	325	1 238	...	...	...	...	...	—
		Svega	××××	2 255	7 745	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
	TE	Željezara, Sisak	5,5	3 487	14 137	635	18,21	3 960	94,5	6,3	...
		Rafinarija nafte, Sisak	4,0	1 721	6 893	105	6 11	2 880	59,7	3,1	2 448
		Pam. ind., Duga Resa	2,6	799	3 549	100	12,52	1 872	42,7	3,1	4 350
		Pam. ind., Zagreb	0,5	—	—	—	—	360	—	—	—
		Tv. papira, Zagreb	2,1	792	3 121	...	...	1 512	52,4	...	...
		Tv. papira, Rijeka	2,0	424	2 023	32	7,55	1 440	29,4	1,0	4 050
		Tv. cem., Koromačno	1,2	311	934	56	18,00	864	36,0	0,8	...
		Jugovinil, Split	17,5	1 065	4 848	...	...	12 600	8,5	...	...
		Tv. cementa, Sućurac	3,7	—	—	—	—	2 664	—	—	—
		Tv. cementa, Majdan	1,6	1 012	3 793	...	...	1 152	88,0	...	...
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	891	3 880	175	19,63	4 320	20,6	2,0	6 240
		Tv. vagona, Sl. Brod	3,0	734	3 133	102	13,90	2 160	34,0	2,1	3 450
		Sladorane, Županja	7,0	439	1 412	102	23,21	5 040	8,7	2.5	5 074
		Šećerane, Osijek	2,0	0	414	—	—	1 440	—	—	9 500
		Svega	××××	11 675	48 237	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
		Ukupno	××××	13 930	55 982	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
		Sveukupno	××××	115 830	450 643	...	...	××××××	××××××	××××	××××××

* Vlastiti potrošak za industrijske elektrane, koje rade hidro i termo, iskazan je ukupno pod termo.

VODNA BILANCA HE VINODOL ZA MJESEC TRAVANJ 1958.

Akumulacija 31. III. 1958.		32221 MWh	Raspoloživa količina vode	50959 MWh
dotok Lokvarka	7187 MWh		Proizvodnja	16954 MWh
dotok Ličanka	11551 MWh		Preljev preko brane	306 MWh
ukupno		18738 MWh	Akumulacija 30. IV. 1958	33699 MWh

PROIZVODNJA UGLJENA ZA MJESEC TRAVANJ 1958

Vrste ugljena — ugljenokopi		Proizvodnja u tonama					
		izvještajni mjesec			od početka godine		
		1958	1957	odnos % 1 : 2	1958	1957	odnos % 4 : 5
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Raša		70590	67680	104,3	274480	271000	101,3
MRKI	Rudnik mrkog ugljena, Dubravice	460	436	105,5	2351	2694	87,3
	Golubovečki ugljenokopi, Golubovec	7100	7369	96,3	27652	27545	100,4
	Rudnik mrkog ugljena, Ivanopolje	1414	2363	59,8	7072	8422	83,9
	Krapinski ugljenokopi, Krapina	1787	2203	81,1	6566	8058	81,5
	Međimurski ugljenokopi, M. Središće	16946	17484	96,9	69452	66636	104,2
	Rudnik mrkog ugljena, Pregrada	4706	5021	93,7	20470	17653	115,9
	Rudnik mrkog ugljena, Siverić	11476	12605	91,0	50500	48792	103,5
	Konjšćinski ugljenokopi — pogon Zajezda	2645	3640	72,7	10735	13243	81,1
	Rudnik »Češko selo« (Dadoše)	459	176	261,0	1691	229	736,0
	Rudnik mrkog ugljena, Ratkovica	1891	917	207,0	8228	2028	407,0
Svega mrki		48884	52214	93,6	204717	195300	104,8
LIGNIT	Ivanečki ugljenokopi, Ivanec	12340	11664	105,8	56821	50205	113,1
	Konjšćinski ugljenokopi, Konjšćina	21585	22702	95,1	89554	93162	96,0
	Koprivnički ugljenokopi, Koprivnica	11080	12816	86,5	54946	46920	117,1
	Rudnik lignita, Ladanje Donje	12798	12993	98,5	55224	53335	103,5
	Bjelovarski ugljenokopi, Mišulinovac	3901	3217	121,3	15528	14955	103,8
	Novogradiški ugljenokopi, N. Gradiška	709	1310	54,2	2525	4373	57,6
	»Bilo« rudnici lignita, Pitomača	2526	2657	95,1	12622	11451	110,2
	Rudnici ugljena metala i nemetala, Sinj	593	461	128,7	2535	4332	58,4
	Rudnik lignita, Špičkovina	2100	1670	125,7	9760	7720	126,4
	Stubički ugljenokopi, Tugonica	14347	13114	109,4	55148	55326	99,7
	Križevački ugljenokopi, Voj. Kloštar	4746	2861	164,0	20034	14066	142,4
	Kordunski rudnici, Topusko	1003	847	118,4	5113	5595	91,4
	Ostali	—	40	—	—	1476	—
Svega lignit		87728	86352	101,6	379810	362916	104,2
Ukupno sve vrste ugljena		207202	206246	100,5	859007	829216	100,4

INDEKS PROIZVODNJE UGLJENA I KOKSA U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						Koksare	Plinare
		Ukupno	kameni	mrki	lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora		
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proizvodnja u 000 t	IV. 1958	1442	102	688	652	312	207	337	572	1,0	12,7	87	2,1
	I.-IV. 1958	6262	422	2872	2988	1533	859	1392	2410	4,0	63,1	344	8,7
Indeks na bazi	IV. 1957	98	101	93	103	100	97	98	97	167	141	105	100
	I.-IV. 1957	102	95	96	109	103	101	98	103	100	159	101	105

INDEKS PROIZVODNJE I PRERADE NAFTE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	»White« špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	000m³	t	t	t	t	t	t	t
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja	IV. 1958	36995	4155	70352	21664	547	4857	17240	3271	171
	I.-IV. 1958	145097	16074	340683	82986	2344	19235	85465	12547	654
Indeks na bazi	IV. 1957	112	137	96	136	241	81	101	82	124
	I.-IV. 1957	115	114	108	137	103	75	112	95	106

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 6/1958).

STRUKTURA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO VRSTAMA POTROŠAČA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE ZA MJESEC TRAVANJ 1958.

Potrošačka grupa		Godina 1958			Godina 1957			Odnos u %	
		Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	1 : 4	3 : 6
a		1	2	3	4	5	6	7	8
Široka potrošnja	Kućanstva	29 299	21,1	118 196	18 912	16,3	79 845	154,6	148,0
	Rasvjeta u posl. prost.	3 522	2,5	16 457	3 310	2,9	16 510	131,8	123,8
	Ras. u društv. prost.	814	0,6	4 009					
	Motori i aparati	3 551	2,6	14 886	2 807	2,4	11 083	126,8	134,3
	Poljoprivredni motori	552	0,4	2 092	412	0,4	1 584	134,0	132,2
	Javna rasvjeta	1 394	1,0	6 607	1 241	1,1	5 623	112,3	117,3
	Vodovod	3 226	2,3	12 649	3 062	2,6	12 220	105,2	103,4
	Električna vuča:								
	a) tramvaj i trolejbus	1 189	0,9	4 919	1 094	0,9	4 352	108,5	113,3
	b) željeznica	921	0,7	3 843	1 022	0,9	3 852	90,2	99,7
	Preprodavci	1 272	0,9	6 143	1 089	0,9	5 213	106,7	117,9
	Ukupno	45 740	33,0	189 801	32 949	28,4	140 282	139,0	135,2
Velepotrošači	Ugljenokopi	6 325	4,6	24 669	6 516	5,6	25 279	97,1	96,9
	Tvornice cementa	6 089	4,4	22 339	6 579	5.7	21 758	92,5	102,7
	Ostala industrija	24 234	17,4	95 283	20 217	17,5	77 333	119,8	123,2
	Ukupno	36 648	26,4	142 291	33 312	28,8	124 370	109,9	114,4
Specijalni velepotrošači	Elektro-kemija	24 659	17,8	101 363	23 435	20,2	100 071	105,2	101,3
	Elektro-metalurgija	11 235	8,1	44 821	9 193	8,0	34 674	122,0	129,7
	Melioracije	202	0,1	582	*	*	*	*	*
	Ukupno	36 096	26,0	146 766	32 628	28,2	134 745	110,6	109,0
Predano potrošačima		118 484	85,4	478 858	98 889	85,4	399 397	119,8	120,0
Gubici	prijenosa	7 488	5,3	37 846	3 832	3,3	16 058	195,5	236,5
	razdiobe	12 945	9,3	55 692	13 163	11,3	49 078	98,5	113,5
Ukupno raspoloživa električna energija		138 917	100,0	572 396	115 884	100,0	464 533	120,0	123,3

* Potrošnja grupe »Melioracije« u 1957. god. bila je iskazivana pod grupom »Poljoprivredni motori«.

INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	FNRJ			Po narodnim republikama					
		Ukupno	hidro	termo	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja u kWh × 10^6	IV. 1958	603	429	174	147	120	198	117	16,1	4,5
	I.-IV 1958	2459	1545	914	588	466	740	549	95,7	18,6
Indeks na bazi	IV. 1957	119	130	98	130	132	97	141	125	140
	I.-IV. 1957	127	146	104	132	127	103	161	193	138

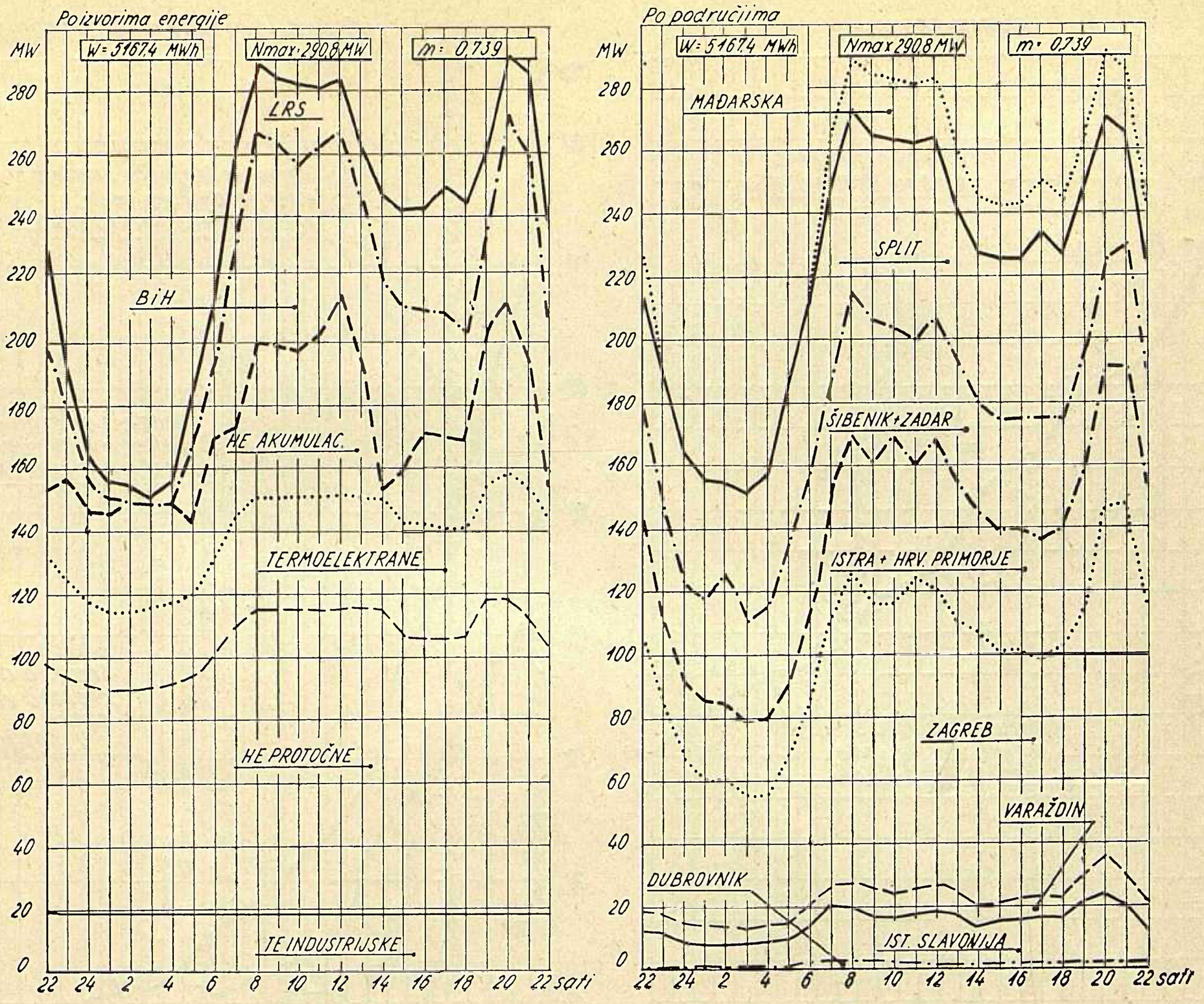
INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U FNRJ

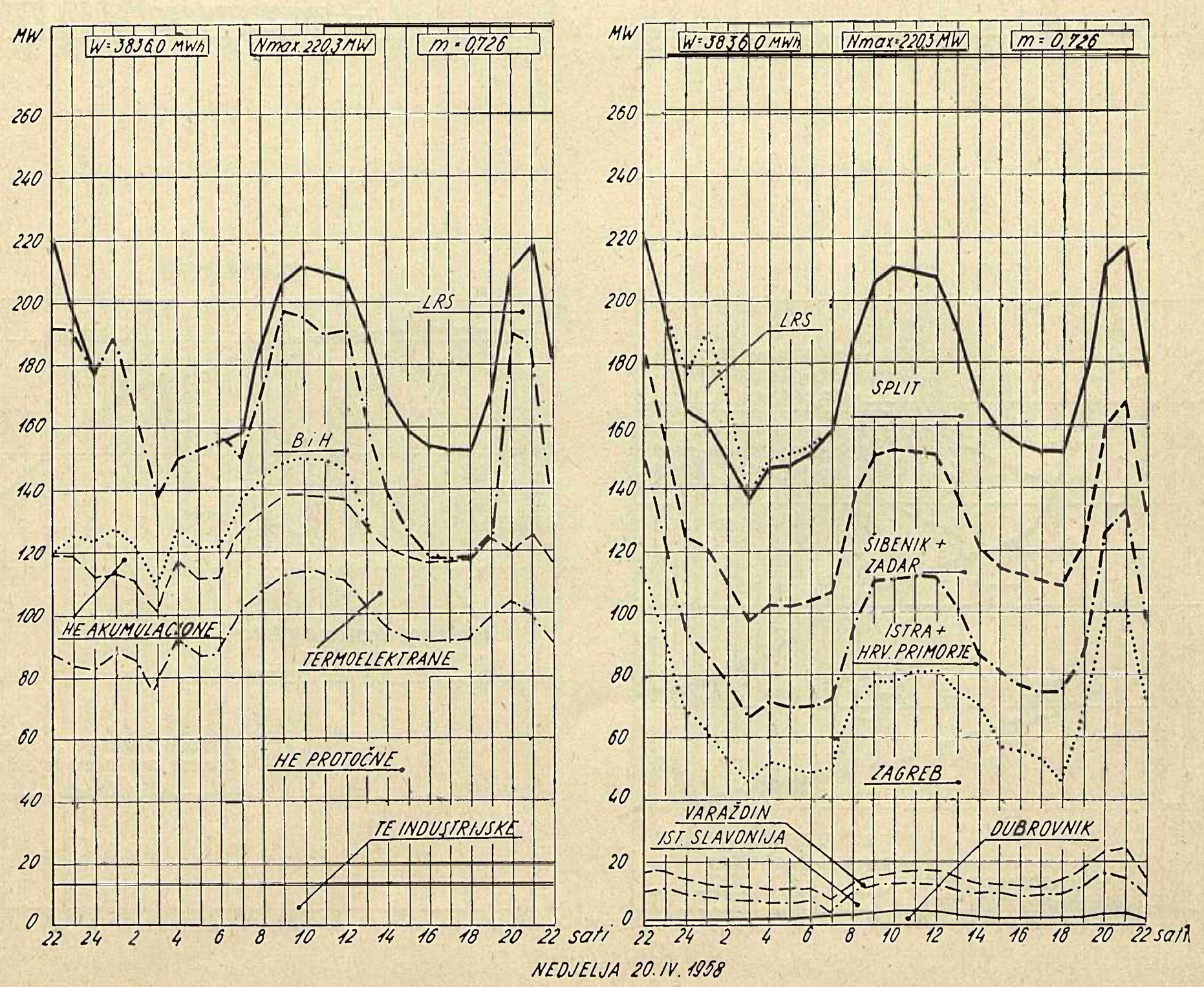
Izvještajno razdoblje	FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	sredstva rada	materijal za reprodukciju	Potrošna roba
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IV. 1958	107	109	103	107	106	117	113	111	106	105
IV. 1957	96	92	96	100	102	87	80	95	99	90
I.-IV. 1958	102,3	102,1	98,4	102,3	105,9	115,9	100,7	101,3	102,9	101,8
I.-IV. 1957	89,8	85,5	89,0	94,6	94,7	81,2	76,0	85,2	92,6	86,0

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 6/58).

Tokovi dnevnog opterećenja 16. i 20. 4. 1958.

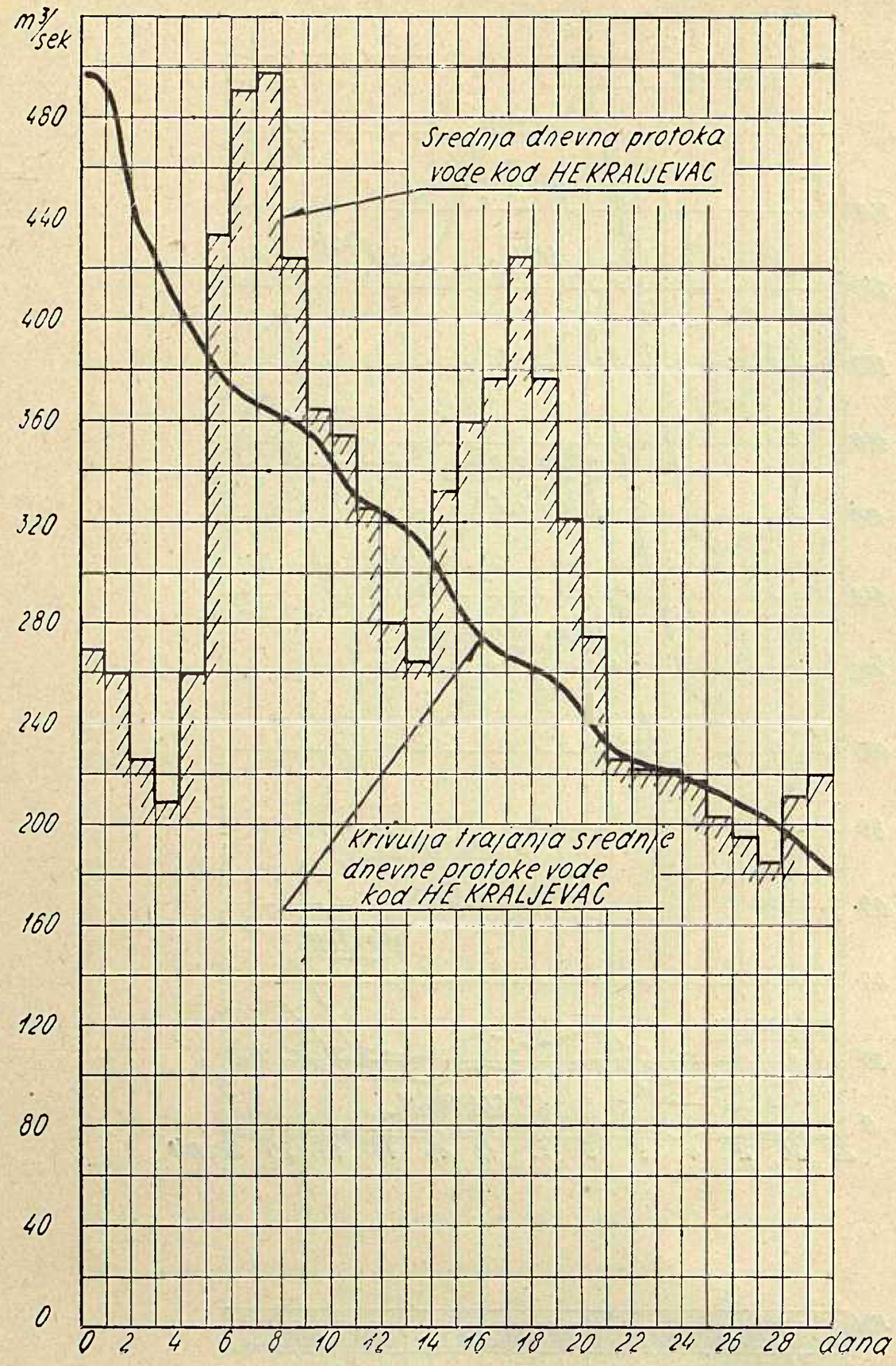
SRIJEDA 16.IV.1958.

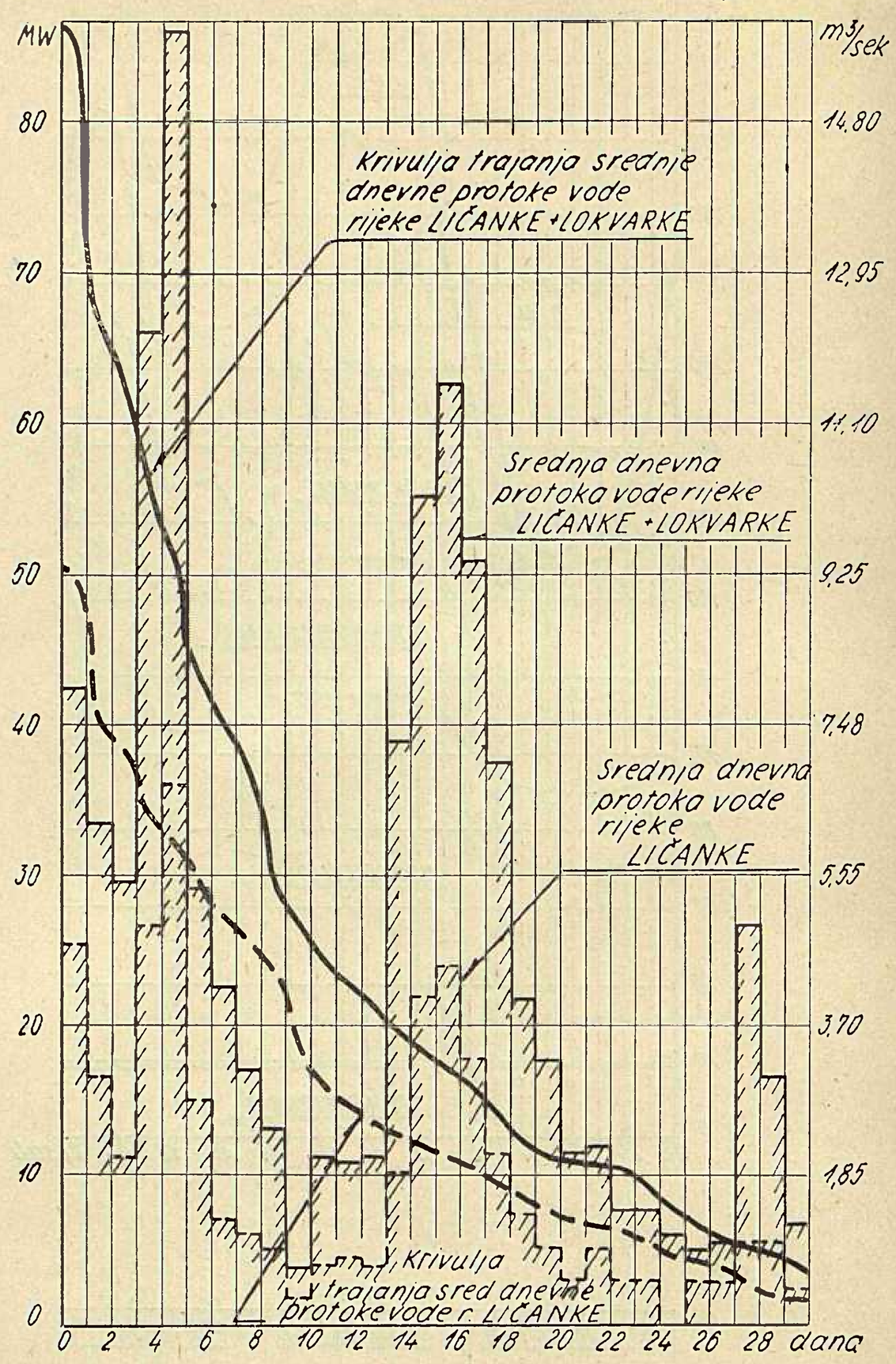


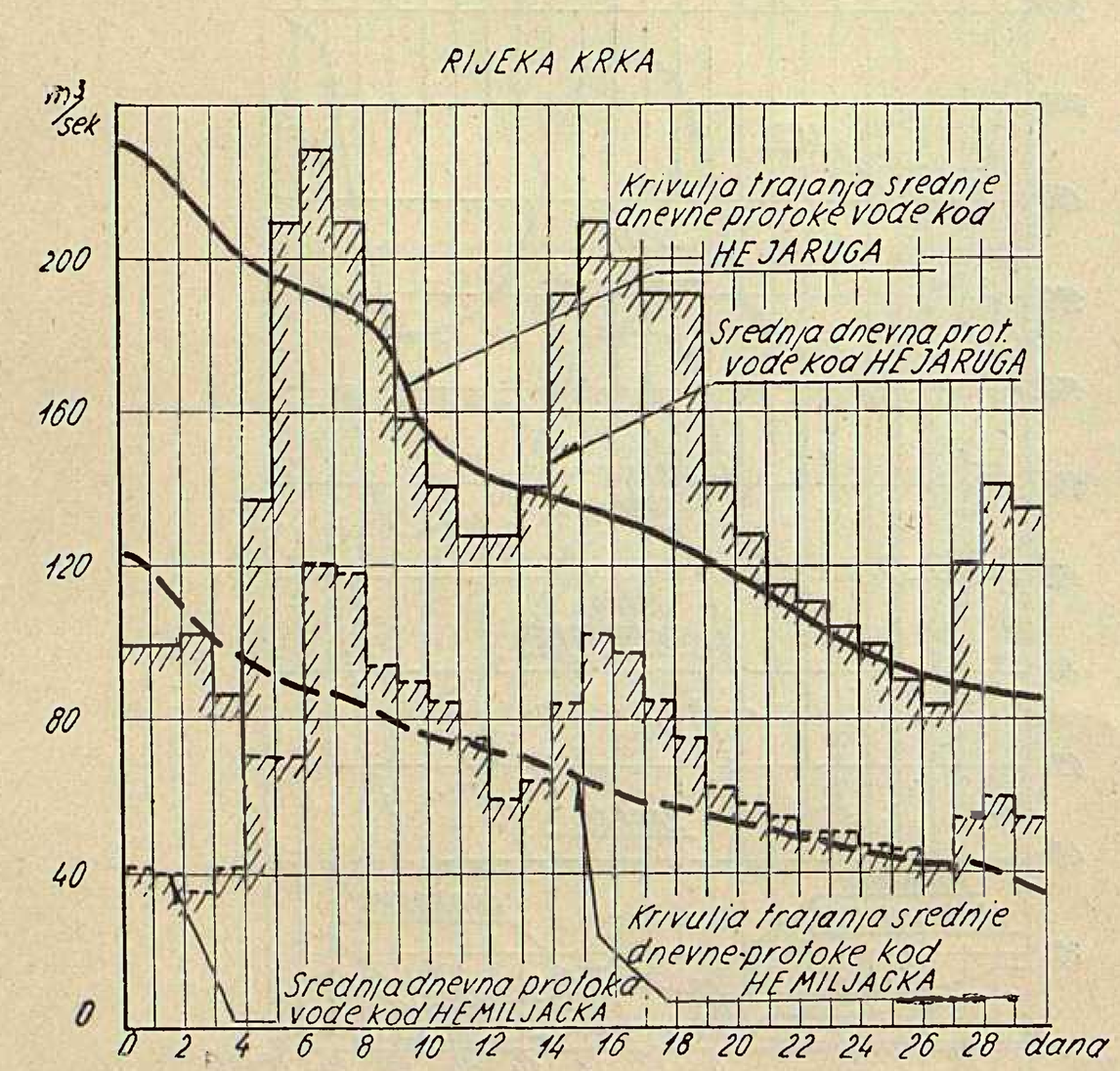


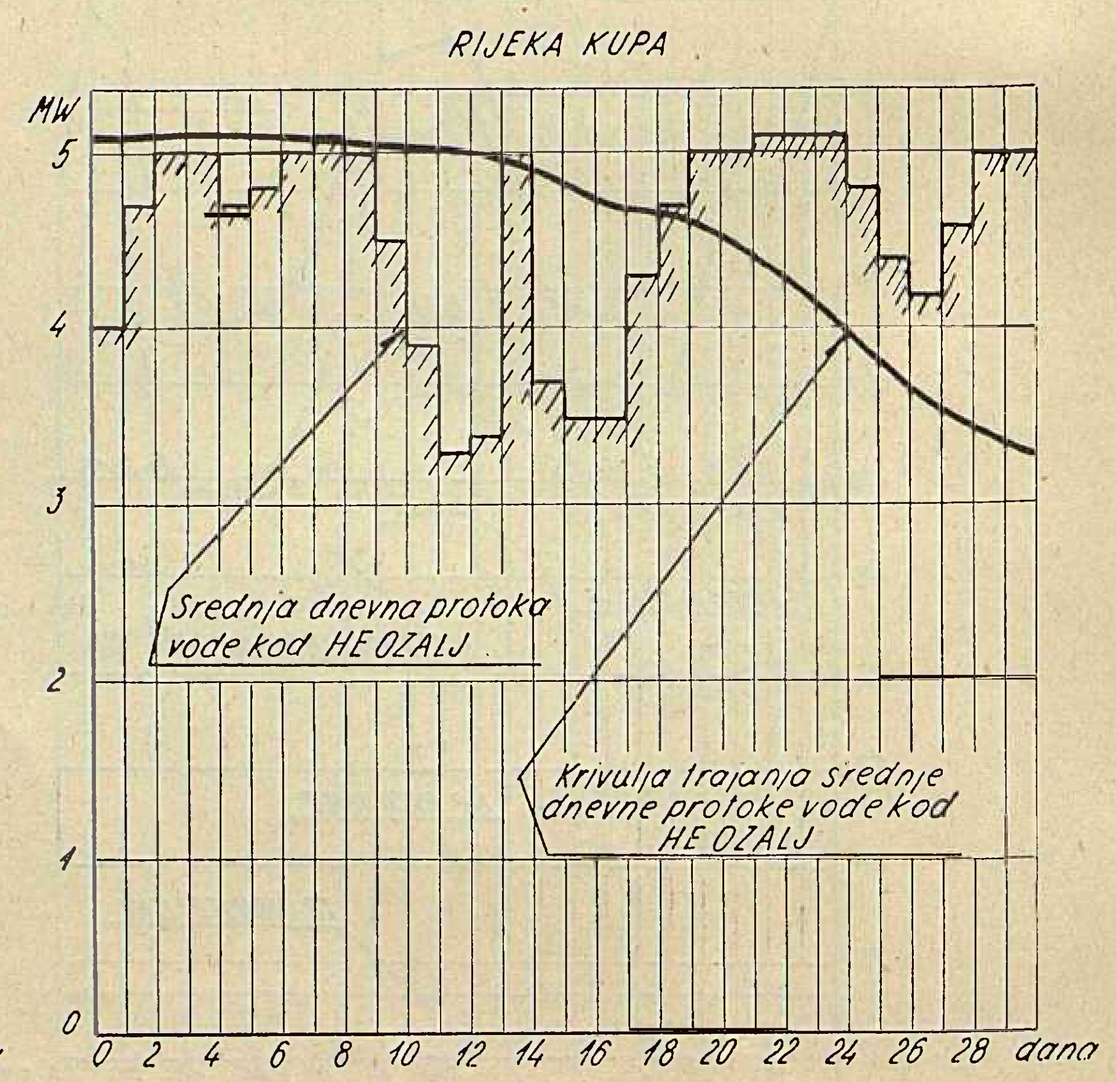
NEDJELJA 20.IV.1958

Dijagram protoka vode za mjesec travanj 1958









STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ ZA MJESEC SVIBANJ 1958

Proizvodnja i nabava električne energije u NRH

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh						Razmjena-saldo			Ukupno (5+6+7+8+9)
		Udružene elektroprivrede		Većih ind. elektrana		Ukupno		Slovenija	BiH	Madjarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V.	1957	60165	14305	1623	11231	61788	25536	33561	7201	—	128086
VI.	1957	50612	16278	1240	11656	51852	27934	34056	9559	—	123401
VII.	1957	27559	12692	659	13219	28218	25911	26744	42944	—	123817
VIII.	1957	23668	19756	603	16001	24271	35757	24536	38800	—	123364
IX.	1957	27511	21139	908	18524	28419	39663	22055	30968	—	121105
X.	1957	56381	21448	1443	18433	57824	39881	24376	18151	—	140232
XI.	1957	62666	22061	1658	15361	64324	37422	22922	23715	—	148383
XII.	1957	59164	30818	1327	16402	60491	47220	20228	38150	—	166089
Ukupno	1957	617143	207162	15721	166377	632864	373539	327226	262951	—	1596580
I.	1958	79976	26082	1886	11423	81862	37505	—1302	46891	—	164956
II.	1958	63076	18893	1580	13188	64656	32081	1779	50530	—	149046
III.	1958	86975	17759	2024	11951	88999	29710	—6000	62133	—5697	169145
IV.	1958	81811	20089	2255	11675	84066	31764	18930	26817	—5984	155593
V.	1968	75963	11207	1557	11788	77520	22995	4773	52226	—6726	150788
Ukupno I.-V.	1958	387801	94030	9302	60025	397103	154055	18180	238597	18407	789528

ENERGETSKA BILANCA ZEP HRVATSKE ZA MJESEC OŽUJAK 1958. U MWh

IZVOR ELEKTRIČNE ENERGIJE	1958		1957		Odnos u %	
	Izvješt. mjesec	Od početka godine	Izvješt. mjesec	Od početka godine	1 : 3	2 : 4
a	1	2	3	4	5	6
Proizvodnja na generatoru: hidroelektrane	75963	388801	60165	309582	126,2	125,0
termoelektrane	11207	94030	14305	62970	78,4	149,4
Ukupno (a)	87170	481831	74470	372552	117,1	129,3
Vlastiti potrošak	2281	13621	1688	7496	135,2	181,5
Prag udruženih elektrana	84889	468210	72782	365056	116,5	128,4
Nabava: od industrijskih elektrana (b)	476	1454	284	4497	167,5	32,3
Razmjena sa susjed. zajednicama (c)	56999	256777	40762	208808	139,5	123,0
Razmjena sa inozemstvom (d)	—6726	—18407	—	—	—	—
Ukupno raspoloživo na pragu:	135638	708034	113828	578361	119,1	122,4
Gubici: prijenosa	12528	50374	4003	20061	312,2	251,9
razdiobe	7076	62768	10818	59896	65,5	104,9
Predano potrošačima	116034	594892	99007	498404	117,0	119,1
Industr. vlastita opskrba (e)	12869	67873	12570	60167	102,3	112,8
Ukupna proizvodnja (F = a + b + e)	100515	551158	87324	437216	115,2	126,0
Proizvodnja, nabava i razmjena (G = f + c + d)	150788	789528	128086	646024	117,6	122,1
Nenamirene potrebe:						
zbog pomanjkanje energije	—	236,5	93,8	1816,2	—	13,1
zbog pogonskih smetnji	79,8	891,2	125,7	546,4	63,6	163,1
Ukupni manjak električne energije	79,8	1127,7	219,5	2362,6	36,4	47,7
Ukupna potreba električne energije	150867,8	790655,7	128305,5	648386,6	117,3	121,8
Zadovoljenje u %	99,9	99,9	99,7	99,6	100,1	100,2

POGONSKI POKAZATELJI ELEKTRANA ZA MJESEC SVIBANJ 1958.

Vrst elektrana		NAZIV ELEKTRANE	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh		Vlastiti potrošak		Moguća proizvodnja MWh	Faktor iskorištenja %	Maksimalno opterećenje MW	Utrošak topline kcal/kWh
				u izvj. mjesecu	od početka godine	MWh	% od proizvodnje				
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UDRUŽENE	HE	Vinodol	75,2	8 513	76 119	102	1,20	8 513	100,0	75,0	—
		Ozalj	5,0	1 893	13 726	92	4,86	1 919	98,5	5,1	—
		Zeleni Vir	0,8	475	2 820	1	0,21	475	100,0	0,8	—
		Fužine	4,0	—	358	—	—	—	—	—	—
		Kraljevac	68,0	44 259	201 482	200	0,45	47 650	92,9	67,4	—
		Miljacka	20,0	16 183	68 953	43	0,27	17 840	90,6	...	—
		Jaruga	5,4	3 869	18 679	3	0,08	4 080	94,6	5,4	—
		Zavrelje	1,5	654	5 162	6	0,92	...	...	...	—
		Mihaljevci	0,08	3	19	—	—	...	...	...	—
		Kuzmica	0,2	114	483	0	0	...	...	...	—
		Svega	××××	75 963	387 801	447	0,59	××××××	××××××	××××	××××××
	TE	Zagreb	17,0	3 400	24 884	666	19,60	12 648	26,9	11,0	6 022
		Jertovec	26,5	4 589	51 356	750	16,32	19 730	23,3	...	4 189
		Vlaška	9,0	2 385	13 584	304	12,75	6 696	35,6	7,2	5 211
		Rijeka	5,0	172	679	21	12 21	3 720	4,6	5,1	6 825
		Dubrovnik	1,0	3	145	0	0	744	0,4	...	...
		Zadar	0,5	—	1	—	—	372	—	—	—
		Osijek	3,4	579	2 710	75	12,95	2 529	22,9	2,7	6 376
		Đakovo	0,5	79	666	18	22,80	372	21,2	0,4	10 226
		Vinkovci	0,2	—	4	—	—	149	—	—	—
		Kuzmica	0,2	—	1	—	—	149	—	—	—
		Svega	××××	11 207	94 030	1 834	16,39	××××××	××××××	××××	××××××
	Ukupno		××××	87 170	481 831	2 281	2,62	××××××	××××××	××××	××××××
INDUSTRIJSKE	HE	Pam. ind. Duga Resa	1,7	329	3 069	*	*	...	...	...	—
		Tv. papira, Rijeka	0,4	390	1 784	*	*	...	...	...	—
		Tv. cementa, Majdan	1,0	500	2 873	...	...	...	...	...	—
		Roški Slap, Siverić	0,8	338	1 576	...	...	...	...	...	—
		Svega	××××	1 557	9 302	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
	TE	Željezara, Sisak	5,5	3 217	17 354	603	18,78	4 092	78,5	6,1	...
		Rafinerija nafte Sisak	4,0	2 000	8 893	113	5,65	2 976	67,2	3,5	2 396
		Pam. ind. Duga Resa	2,6	1 122	4 771	108	9,62	1 934	58,1	2,9	4 400
		Pamuč. ind. Zagreb	0,5	—	—	—	—	372	—	—	—
		Tv. papira, Zagreb	2,1	658	3 779	...	...	1 562	42,1	...	...
		Tv. papira, Rijeka	2,0	528	2 551	36	6,81	1 488	35,6	1,5	4 189
		Tv. cem., Koromačno	1,2	247	1 181	51	20,62	893	27,7	0,8	...
		Jugovinil, Split	17,5	1 160	6 008	...	...	12 871	9,0	...	...
		Tv. cem., Sučurac	3,7	—	—	—	—	2 753	—	—	—
		Tv. cem., Majdan	1,6	1 126	4 919	...	...	1 190	94,5	...	...
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	648	4 528	113	17,43	4 464	14,5	2,0	5 294
		Tv. vagona, Sl. Brod	3,0	625	3 758	94	15,04	2 232	28,0	1,9	...
		Sladorane, Županja	7,0	457	1 869	118	25,80	5 208	8,8	3,0	7 434
		Šećerane, Osijek	2,0	—	414	—	—	1 488	—	—	—
		Svega	××××	11 788	60 025	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
	Ukupno		××××	13 345	69 327	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
Sveukupno			××××	100 515	551 158	..	...	××××××	××××××	××××	××××××

* Vlastiti potrošak za industrijske elektrane, koje rade hidro i termo, iskazan je ukupno pod termo.

VODNA BILANCA HE VINODOL ZA MJESEC VELJAČU 1958.

Akumulacija 30. IV. 1958.		33699 MWh	Raspoloživa količina vode	35309 MWh
dotok Lokvarka	357 MWh		Proizvodnja	8513 MWh
dotok Ličanka	1253 MWh		Preljev preko brane	—
Ukupno		1610 MWh	Akumulacija 31. V. 1958.	26796 MWh

PROIZVODNJA UGLJENA ZA MJESEC SVIBANJ 1958.

Vrste ugljena — ugljenokopi		Proizvodnja u tonama					
		izvještajni mjesec			od početka godine		
		1958	1957	odnos % 1 : 2	1958	1957	odnos % 4 : 5
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Raša		64720	70830	91,4	339200	341830	99,2
MRKI	Rudnik mrkog ugljena, »Dubravice«	340	597	57,0	2691	3291	81,8
	Golubovečki ugljenokopi, Golubovec	7291	7322	99,5	34943	34867	102,2
	Rudnik mrkog ugljena, Ivanopolje	1316	2007	65,6	8388	10429	80,4
	Krapinski ugljenokopi, Krapina	1819	1993	91,3	8385	10051	83,4
	Međimur. ugljenokopi, Mursko Središće	16437	16389	100,3	85889	83025	103,4
	Rudnik mrkog ugljena, Pregrada	3703	5043	73,4	24173	22696	106,5
	Rudnici mrkog ugljena, Siverić	10403	12029	86,5	60903	60821	100,1
	Konjšćinski ugljenokopi, pogon Zajezda	2390	3500	68,3	13125	16743	78,4
	Rudnik »Češko selo«	193	—	—	1884	229	823,0
	Rudnik mrkog ugljena, Ratkovica	1548	853	181,5	9776	2881	340,0
	Svega mrki	45440	49733	91,4	250157	245033	102,1
LIGNIT	Ivanečki ugljenokopi, Ivanec	11922	12644	94,3	68813	62849	109,5
	Konjšćinski ugljenokopi, Konjšćina	18412	23630	78,0	107966	116792	92,4
	Koprivnički ugljenokopi, Koprivnica	9365	11653	80,4	64311	58573	109,8
	Rudnik lignita, Ladanje Donje	12151	11932	101,9	67375	65267	103,2
	Bjelovarski ugljenokopi, Mišulinovac	3224	3111	103,7	18752	18066	103,8
	Novogradiški ugljenokopi, N. Gradiška	777	1029	75,6	3302	5402	61,1
	Rudnik lignita »Bilo«, Pitomača	2631	3219	81,8	15253	14670	103,9
	Rudnik lignita, Sinj	517	578	89,5	3052	4910	62,2
	Rudnik lignita, Špičkovina	1440	2640	54,5	11200	10360	108,1
	Stubički ugljenokopi, Tugonica	13026	13356	97,5	68174	68682	99,3
	Križevački ugljenokopi, Voj. Kloštar	4371	2561	170,7	24405	16627	146,8
	Kordunski rudnici, Topusko	848	608	139,4	5961	6203	96,1
	Ostali	—	69	—	—	1127	—
	Svega lignit	78754	87030	90,5	458564	449946	101,9
Ukupno sve vrste ugljena		188914	207593	91,0	1047921	1036809	101,0

INDEKS PROIZVODNJE UGLJENA I KOKSA U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						Koksare	Plinare
		Ukupno	kameni	mrki	lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora		
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proizvodnja u 000 t	V. 1958	1326	91	613	622	290	189	321	512	1,0	13,0	86	2,0
	I. - V. 1958	7588	493	3485	3610	1823	1048	1713	2922	5,0	76,1	430	10,7
Indeks na bazi	V. 1957	95	90	91	101	97	88	99	94	143	137	99	95
	I. - V. 1957	101	94	95	108	102	99	100	101	111	154	101	100

INDEKS PROIZVODNJE I PRERADE NAFTE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzini	»White« špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	000m³	t	t	t	t	t	t	t
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja	V. 1958	38974	3823	100288	20903	485	5277	28458	4339	182
	I. - V. 1958	184071	19897	440971	103889	2829	24512	113923	17886	836
Indeks na bazi	V. 1957	117	118	108	115	43	92	124	104	126
	I. - V. 1957	115	115	108	132	83	78	115	97	110

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 7/1958).

STRUKTURA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO VRSTAMA POTROŠAČA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE ZA SVIBANJ 1958

Potrošačka grupa		Godina 1958			Godina 1957			Odnos u %	
		Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	1 : 4	3 : 6
a		1	2	3	4	5	6	7	8
Široka potrošnja	Kućanstva	29 627	21,8	147 823	20 929	18,4	100774	141,5	146,7
	Rasvjeta u posl. prost.	2 697	2,0	19 154	2 703	2,4	19 213	122,7	123,5
	Ras. u društv. prost.	618	0,5	4 627					
	Motori i aparati	3 452	2,5	18 338	2 936	2,6	14 019	117,6	130,8
	Poljoprivredni motori	503	0,3	2 595	401	0,3	1 985	125,3	130,9
	Javna rasvjeta	1 294	1,0	7 901	1 075	0,9	6 698	120,3	118,1
	Vodovod	3 628	2,7	16 277	3 007	2,6	15 227	120,7	106,4
	Električna vuča								
	a) tramvaj i trolejbus	1 134	0,8	6 053	1 090	1,0	5 442	112,4	111,2
	b) željeznica	973	0,7	4 816	1 094	1,0	4 946	89,2	97,2
	Preprodavci	1 176	0,9	7 319	985	0,8	6 198	119,3	118,2
	Ukupno	45 102	33,2	234 903	34 220	30,0	174 502	131,7	134,5
Vele-potrošači	Ugljenokopi	5 877	4,4	30546	6 196	5,4	31 475	95,0	97,1
	Tvornice cementa	6 409	4,7	28748	6 219	5,5	27 977	102,8	102,9
	Ostala industrija	20 768	15,3	116051	18 930	16,7	96 263	109,4	120,6
	Ukupno	33 054	24,4	175 345	31 345	27,6	155715	105,4	112,6
Specijalni velepotrošači	Elektro-kemija	24 554	18,1	125917	24 773	21,8	124844	99,2	101,0
	Elektro-metalurgija	13 295	9,8	58116	8 669	7,6	43 343	153,1	134,0
	Melioracije	29	0,0	611	*	*	*	—	—
	Ukupno	37 878	27,9	184 644	33 442	29,4	168 187	113,2	109,8
Predano potrošačima		116 034	85,5	594 892	99 007	87,0	498 404	117,1	119,1
Gubici	prijenosa	12 528	9,2	50 374	4 003	3,5	20 061	113,0	251,8
	razdiobe	7 076	5,3	62 768	10 818	9,5	59 896	65,5	104,8
Ukupna raspoloživa električna energija		135 638	100,0	708 034	113 828	100,0	578 361	119,2	122,4

INDEKS PROIZVODNJE ELEKTROENERGIJE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	FNRJ			Po narodnim republikama					
		Ukupno	hidro	termo	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja u kWh × 10^6	V. 1958	599	471	128	135	103	203	136	18,1	4,2
	I—V. 1958	3058	2016	1042	723	569	943	685	113,8	22,8
Indeks na bazi	V, 1957	119	138	79	116	112	98	197	134	103
	I—V. 1957	125	145	100	129	124	102	169	180	135

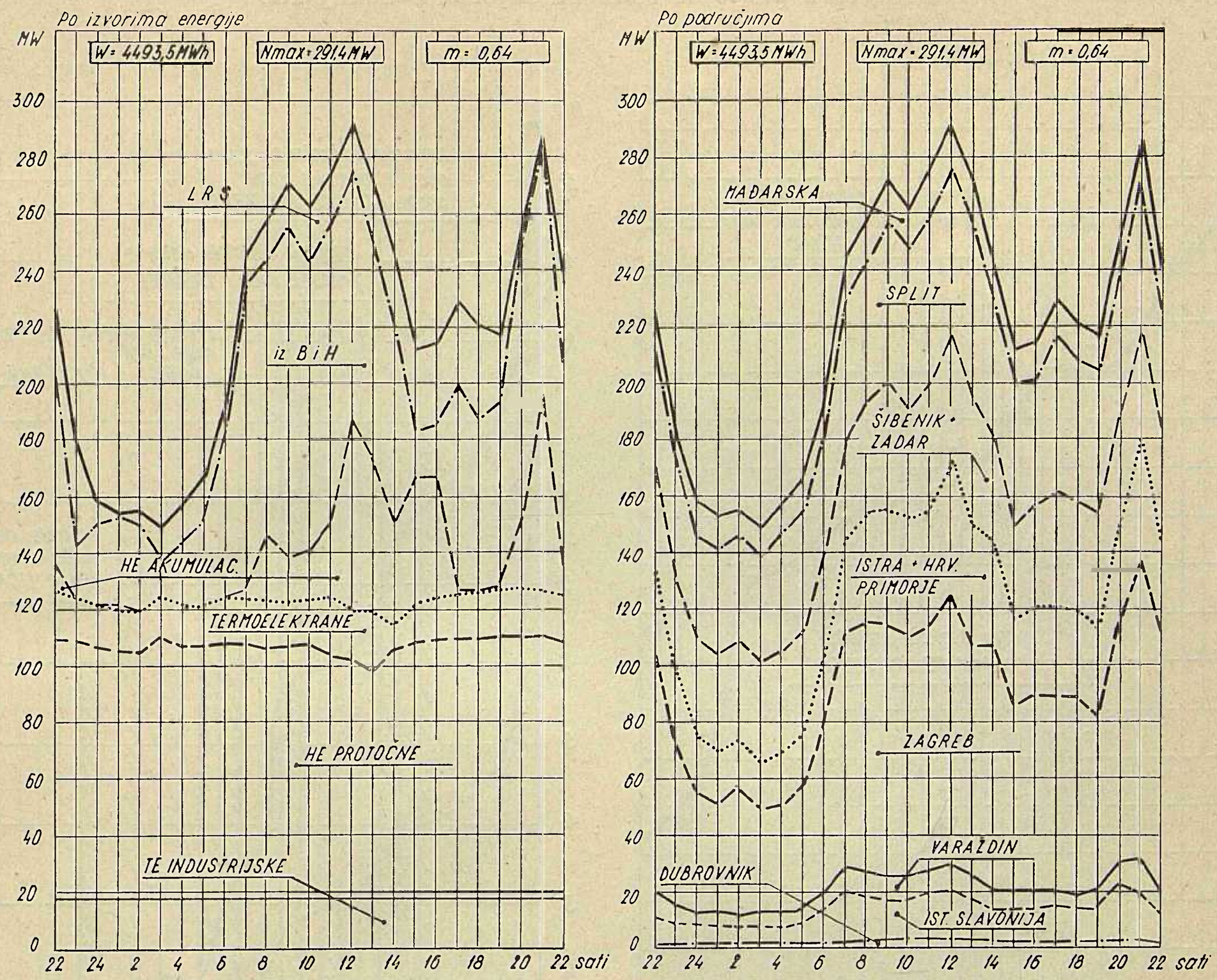
INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U FNRJ

Izvještajno razdoblje		Po narodnim republikama							Po namjeni		
		FNRJ	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	sredstava rada	materijal za reprodukciju	Potrošna roba
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V.	1958.	105	104	104	104	104	121	142	106	106	102
	1958.	97	93	99	102	98	94	90	94	101	92
I—V.	1957.	102,7	102,5	98,8	102,6	105,6	116,8	109,0	102,3	103,4	101,7
	1957.	91,5	87,7	90,8	95,6	95,1	83,9	75,8	87,0	94,2	87,3

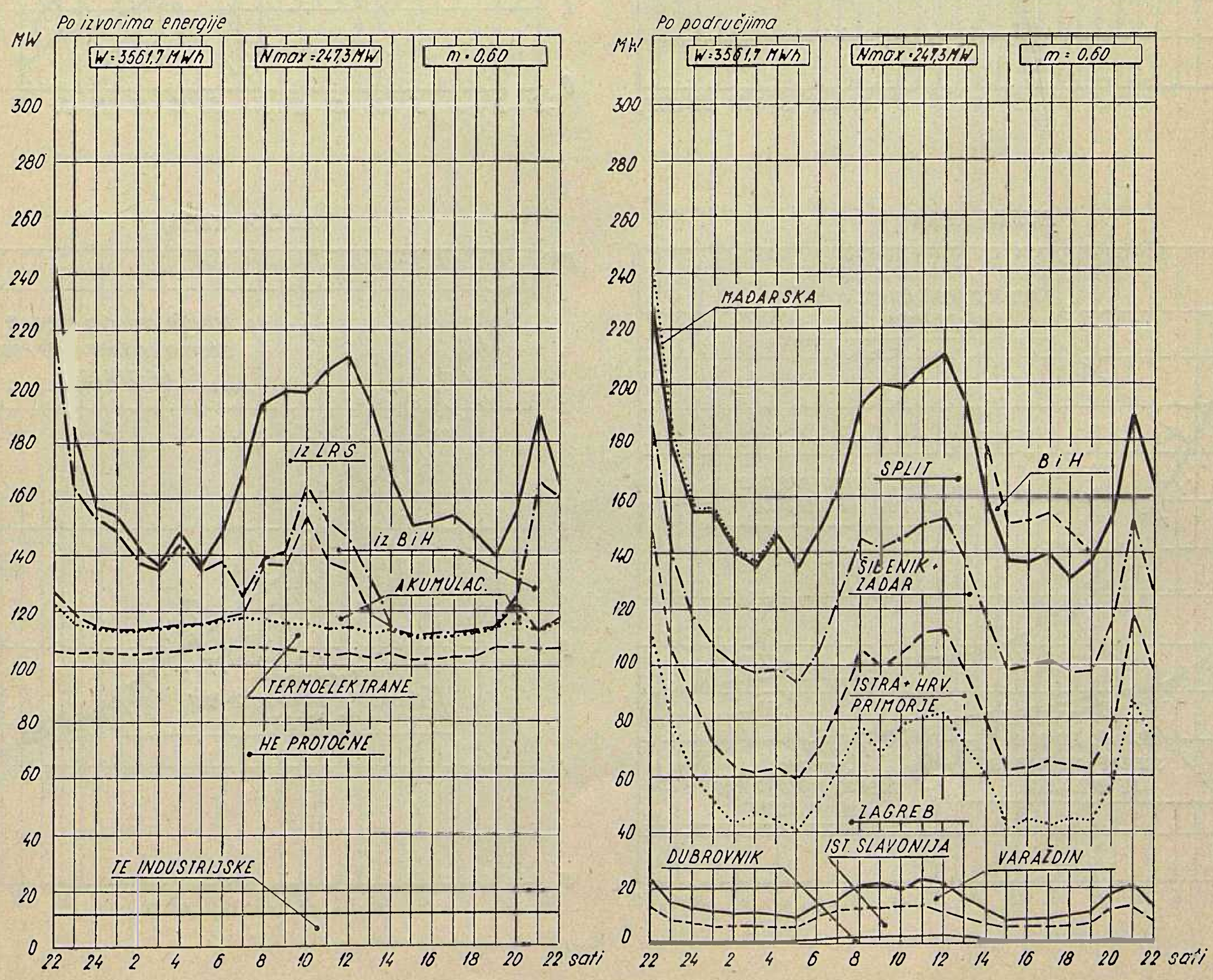
Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 7/1958).

Tokovi dnevnog opterećenja 21. i 25. 5. 1958

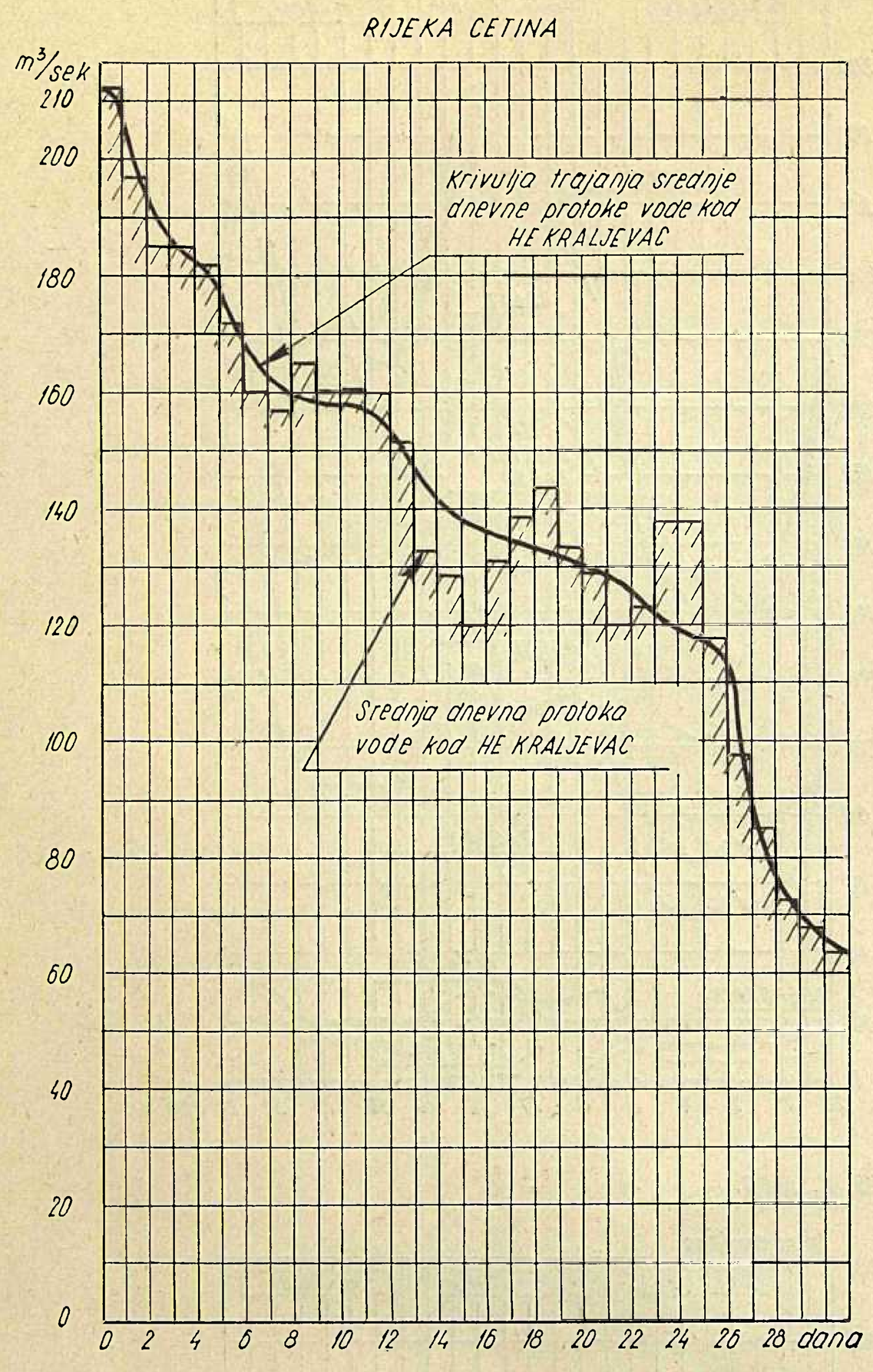
SRIJEDA 21. 5. 1958.

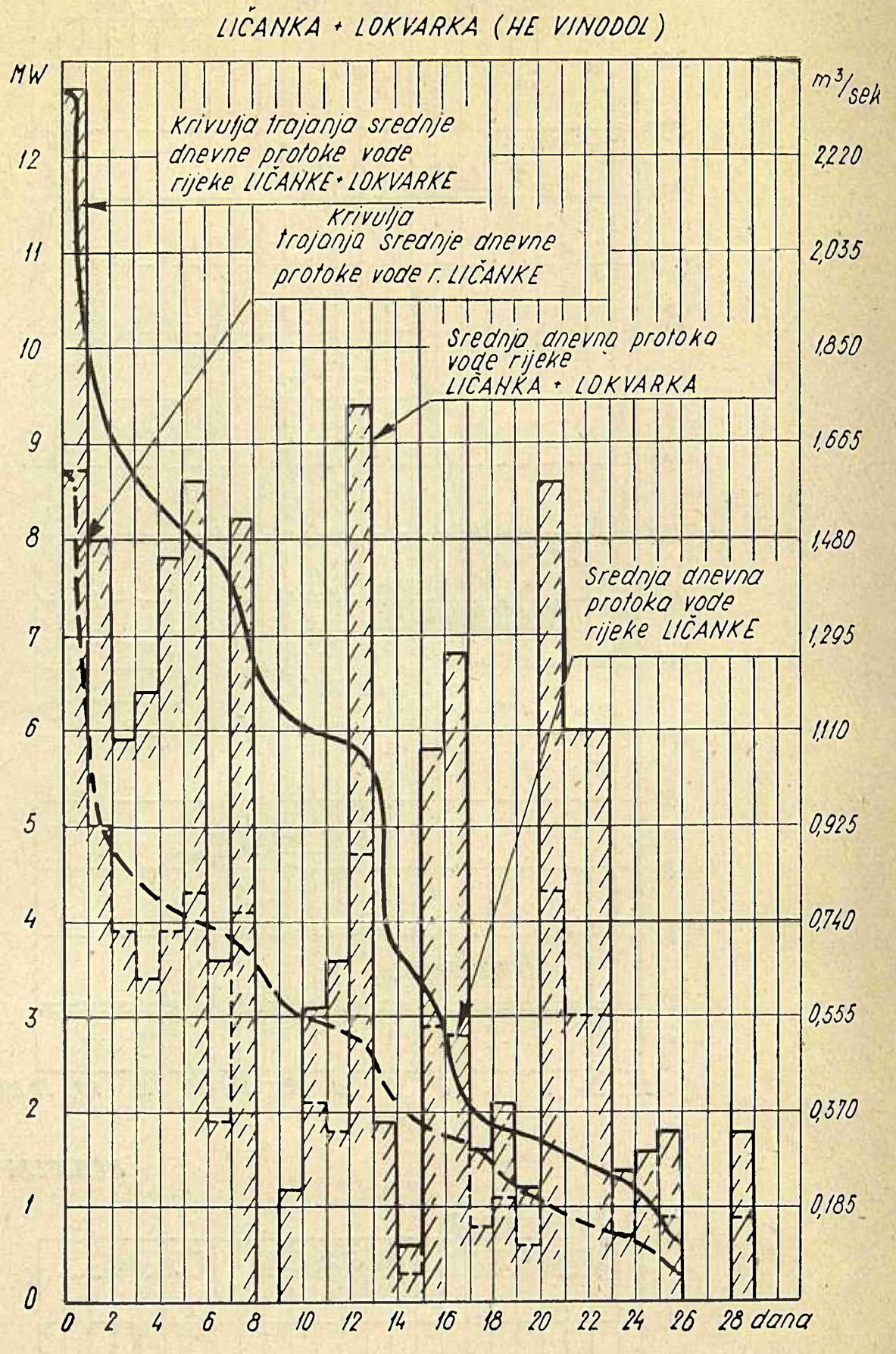


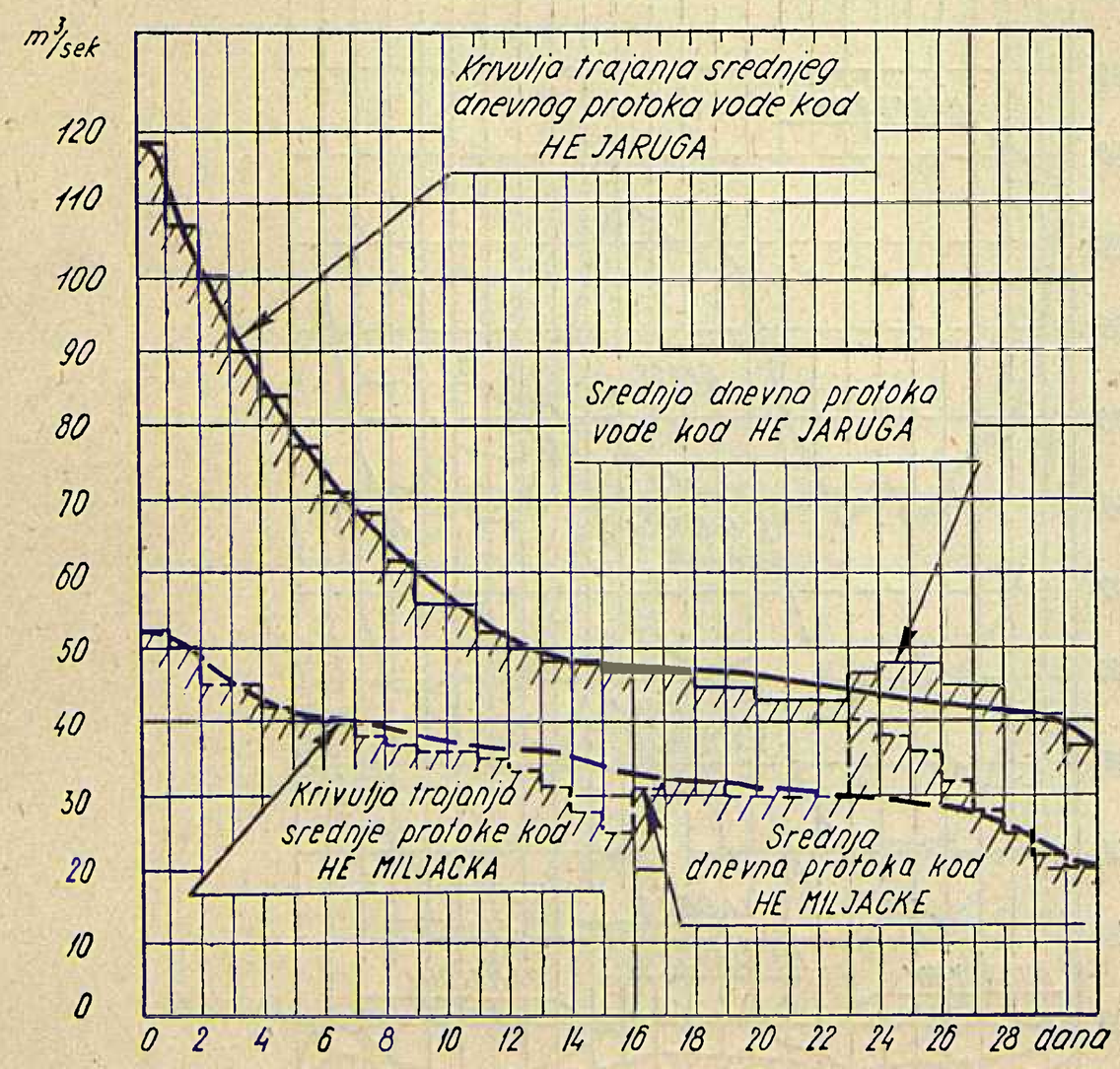
NEDJELJA 25. 5. 1958.

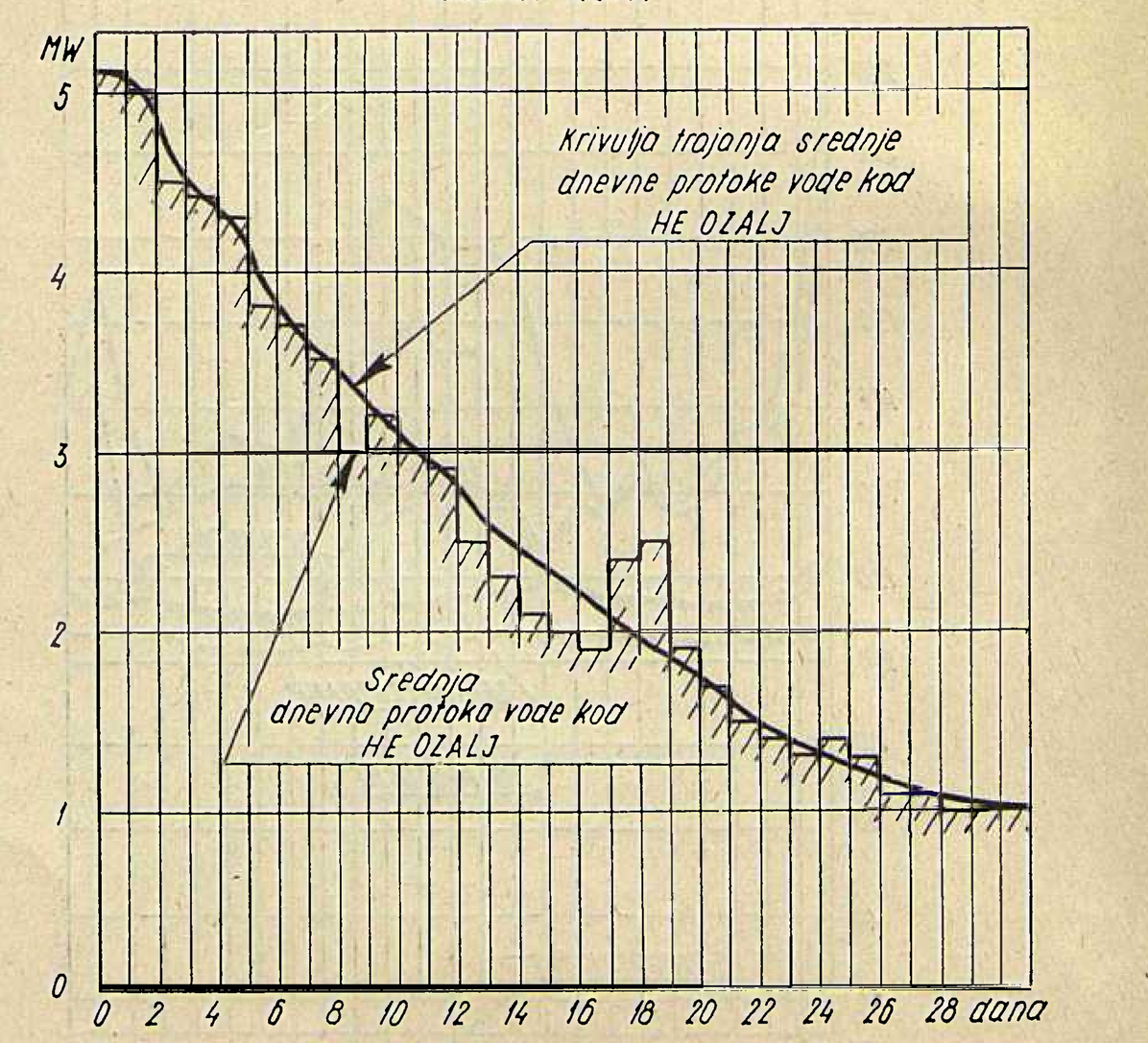


Dijagram protoka vode za mjesec svibanj 1958









Godište 7

Uredništvo i uprava

Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37
Poštanski pretinac 451
Telefoni: 51-822 i 51-455

Urednički odbor

Glavni i odgovorni urednik: **Ing. Božidar Filipović.** Urednici rubrika: **Ing. Borivoj Baranović** (Studije i istraživanja), **Ing. Alojzije Ščap** (Tehnička i pogonska problematika), **Ing. Radoslav Planić** (Izgradnja elektroenergetskih postrojenja), **Anđelko Marušić** i **Danijel Feöcze** (Ekonomsko-financijska problematika), **Ing. Ivan Lučev** (Tarifna pitanja), **Ivan Medvedec** (Opća problematika), **Držislav Šutej** (Vijesti iz poduzeća), **Prof. Ing. Vladimir Žepić** (Iz strane literature), **Krešimir Lang** (Statistika), **Ing. Brezinšćak Marijan** (Tehnički urednik).

Komercijalno i financijsko rukovodstvo: **Ernest Radetić**

Godišnja pretplata

za tuzemstvo: za pojedince Din 720.-, za poduzeća i ustanove Din 2500.-, za inozemstvo: $ 6.-

Pojedini broj: Din 120.-, dvobroj Din 200.-

Tekući račun

Komunalna banka - Zagreb, br. 400-702-2-338

Tisak: Grafički zavod Hrvatske, Zagreb

ENERGIJA

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

GODINA 1958 BROJ 9

SADRŽAJ

Uvodna riječ glavnog direktora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske Miloša Damjanića 261

Uvodna riječ direktora termoelektrane Jertovec Ing. Božidara Širole 262

Historijski razvoj prvog projekta, Prof. Ing. Vladimir Žepić, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb 265

Osnove elektrane Jertovec, Ing. Borivoj Baranović, Institut za elektroprivredu, Zagreb 270

Gorivo za elektranu Jertovec, Ing. Roman Kulik, Zavod za privredno planiranje NR Hrvatske, Zagreb 274

Energetska uloga termoelektrane Jertovec, Ing. Milan Šodan, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb 281

Investicioni troškovi termoelektrane Jertovec, Ing. Radoslav Planić, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb 283

Opis smještaja objekata i pregled osnovne opreme elektrane Jertovec, Ing. Ljudevit Matjan, Elektroprojekt, Zagreb . 286

Građevinsko-arhitektonska koncepcija TE Jertovec, Ing. arh. Ante Skare i Ing. Marko Čalogović, Elektroprojekt, Zagreb 289

Strojarski dio termoelektrane Jertovec, Ing. Ante Gaćina i Ing. Milivoj Šimunić, Elektroprojekt, Zagreb 297

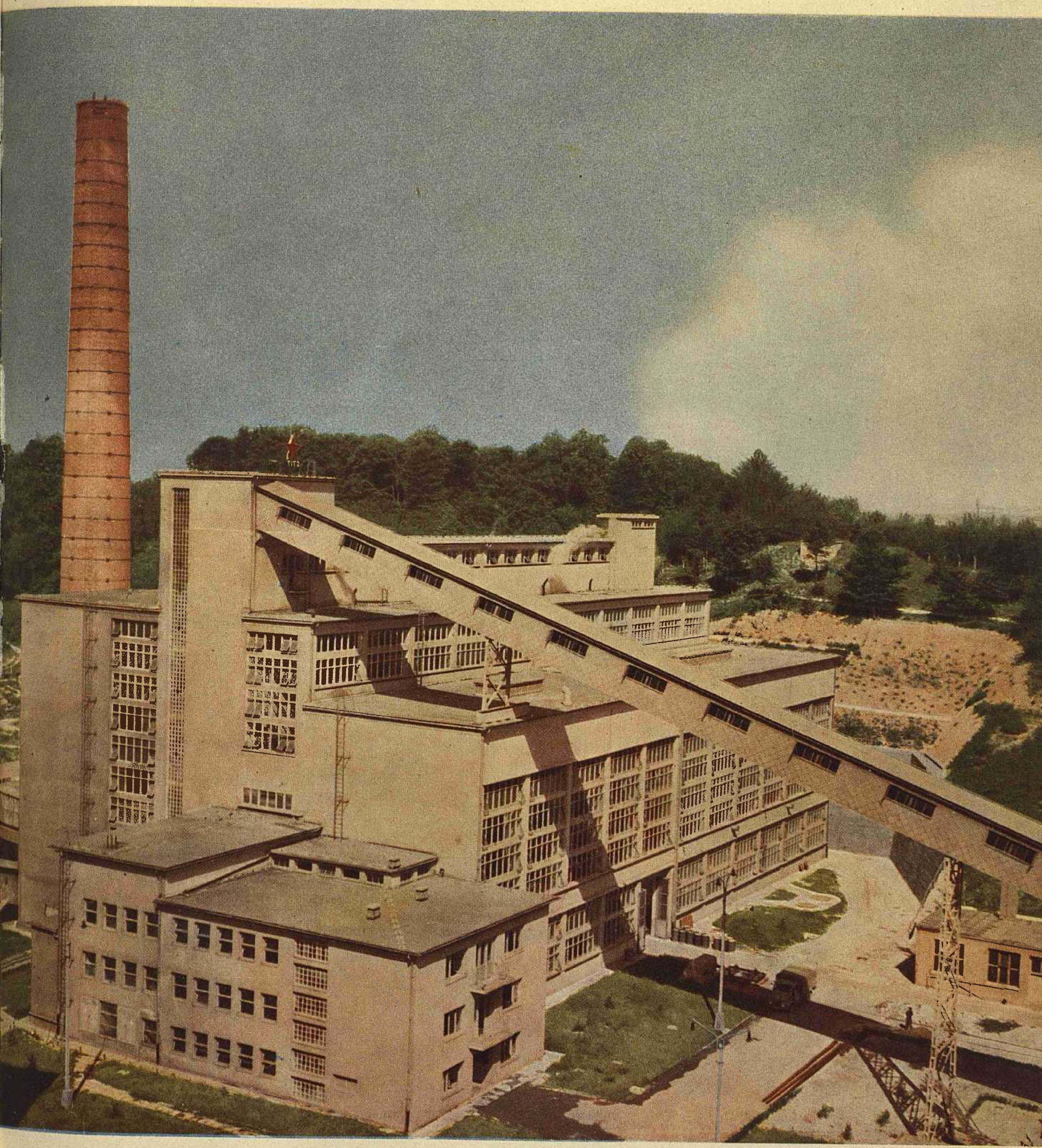
Parni kotlovi u drugoj etapi elektrane Jertovec, Ing. Stjepan Herr, Tvornica parnih kotlova, Zagreb 317

Električni dio termoelektrane Jertovec, Ing. Ljudevit Matjan, Elektroprojekt, Zagreb 323

Vlastita potrošnja termoelektrane Jertovec, Ing. Miloslav Abaffy, Elektroprojekt, Zagreb 332

Zaštita i automatika termoelektrane Jertovec, Antun Šaler, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb . . 335

Pregled poduzeća, koja su sudjelovala na istražnim radovima, projektiranju, gradnji i montaži 338



TERMOELEKTRANA JERTOVEC-KONJŠČINA

UVODNA RIJEČ GLAVNOG DIREKTORA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE MILOŠA DAMJANIĆA

Uz navode o tehničkim i ekonomskim karakteristikama Termoelektrane Jertovec iznesene u daljnjem tekstu ovog specijalnog broja našega časopisa, želim naglasiti i neke druge momente, koji su također karakteristični za ovaj objekat.

Izgradnja Termoelektrane Jertovec započeta je u periodu naše intenzivne izgradnje velikih industrijskih objekata u zemlji, a ujedno pod najtežim uvjetima kad su nas pritiskale posljedice ekonomske blokade tako, da smo bili primorani tu izgradnju podijeliti na dvije etape, što je imalo utjecaja na nešto duži rok gradnje.

Termoelektrana Jertovec sa prvom etapom 15 MW ušla je u pogon godine 1954., baš u razdoblju kad smo u sjeverozapadnom dijelu energetskog sistema Hrvatske imali veliku oskudicu električne energije i znatne gubitke u industrijskoj proizvodnji uslijed redukcija električne energije, tako da je njena proizvodnja donekle ublažila tu krizu. Sada nakon povezivanja sjeverozapadnog sa centralnim energetskim sistemom, izgradnjom dalekovoda Jajce—Zagreb, ima Jertovec važnu ulogu i u ovom širem sistemu.

Važan momenat je i taj, da su u drugoj etapi izgradnje ove elektrane montirani po prvi puta u našoj zemlji kotlovi u 70% domaćoj izradi i potpuno domaći agregati s kojima smo veoma zadovoljni, te mogu služiti kao preporuka, ne samo unutar naše zemlje, nego i za inozemstvo. Pokazalo se da je bilo ispravno povjerenje, koje je naša elektroprivreda dala našoj mašinogradnji i iskustva koja su stečena prilikom izrade ovih uređaja ponovno će nam poslužiti, jer će naša nova Termoelektrana — Toplana Zagreb II. dobiti također kotlove i agregate domaće proizvodnje.

Kao i u ostaloj izgradnji, izgradnjom Termoelektrane Jertovec, kadrovi koji su vršili projektiranje, izgradnju, montažu i nadzor, imali su mnogo tehničkih i drugih problema koje su trebali savladavati.

Uloženi napori su se ipak isplatili, jer danas imamo odgovarajuće moderno postrojenje s obzirom na njegovu funkciju u energetskom sistemu i korisno iskustvo kadrova koje će se pozitivno odraziti u daljnjoj izgradnji i pogonu.

Važan moment lokacije i uloge ove elektrane jeste i u tome što je sagrađena u blizini zagorskih rudnika lignita koji se jedino i rentabilno može iskoristiti u termoelektrani. Elektrana i rudnici se nalaze u relativno siromašnom zagorskom kraju, tako da će eksploatacija ugljena i proizvodnja električne energije, uvjetovane jedna s drugom, vrlo mnogo utjecati na privredni razvoj ovoga kraja i socijalni napredak njegovog stanovništva.

UVODNA RIJEČ DIREKTORA TERMOELEKTRANE JERTOVEC ING. BOŽIDARA ŠIROLE

Uz historijat stvaranja jednog industrijskog objekta u njegovom materijalnom obliku isto je tako važan i historijat njegovog rađanja kao živog organizma.

Počelo je g. 1953. sa nekolicinom ljudi, koji su se našli pred zadatkom da stvore uslove za eksploataciju objekta, čija je izgradnja bila u završnoj fazi. U popunjenju pogonske posade pošlo se putem stvaranja kadra. Iz velikog broja zaposlenih ljudi bez kvalifikacija ili sa njima, koji su u toku prethodnih godina radili na montaži te su izabrani najbolji koji su putem široko zasnovanih stručnih i općeobrazovanih tečajeva postizali srednje i visoke kvalifikacije. Mnogo sati nastavničkog osoblja i mnogo neprospavanih noći tečajaca utrošeno je, ali je zato danas od ukupnog broja kvalificiranih i visokokvalificiranih radnika njih manje od 30% dovedeno sa strane. A da i kvalitet toga kadra bude na potrebnoj visini, osim čvrstog teoretskog znanja stečenog na tečajevima pobrinulo se i tegobno iskustvo prvih godina pogona.

Međutim koliko je god truda zahtijevalo stvaranje kadra, još je veći trud uložen u formiranje lika novog čovjeka, novog radnika socijalističkog društva, kojeg ne će pritiskati i u djelovanju sputavati staleške predrasude prošlosti, svojstvene baš življu Hrvatskog Zagorja. Otežavajuću okolnost u toj akciji predstavljao je i socijalni sastav radništva, jer je gotovo sav kadar regrutiran na terenu, na licu mjesta, a to je listom sitni zemljoposjednik ili pak poluseljak, rodbinskim naslijeđem i tradicijom vezan na zemlju. Doda li se tome i činjenica da je u ekspropriacionom postupku velik broj ljudi izgubio zemlju, koja je prije kod većine, premda još i danas u priličnoj mjeri, predstavljala posebni pojam u robnoj razmjeni i jedino priznatu materijalnu bazu čak i kvalificiranog stručnjaka, jasno je da borba za preobražaj tog radnika nije bila laka, a niti je završena. Premda su dosadanji rezultati više nego zadovoljavajući, razvojni put, koji je obilježen stvaranjem poluseljaka odnosno poluradnika od seljaka, te konačno radnika, nije se mogao mimoići nego samo skratiti. A upravo u tome se i sastoji dosada postignuti uspjeh.

Važnu ulogu u stvaranju povoljnih uslova za rad neminovno predstavlja i dostizanje određenog nivoa društvenog standarda čemu se je od samog početka posvetila posebna pažnja. Koliko je god to bilo nužno kao osnovni faktor u prije spomenutoj akciji stvaranja čvrstog radnog kolektiva, bilo je potrebno i zbog zadovoljenja osnovnih životnih kao i društvenih i kulturnih potreba onog dijela stručnog kadra, koji je predstavljao stručnu jezgru kolektiva, a bio je doveden izvana, pretežno iz gradskih centara. Zbog ilustracije kako se je djelovalo u tom smislu, spomenut ću samo neka ostvarenja tih zadataka: služba snabdijevanja i prehrane sa restoranom kapaciteta 100 obroka, zdravstvena služba sa općom i zubnom ambulantom te röntgenom, društvene prostorije sa kinom i televizijom, sportski tereni za tenis i odbojku, dvostazna asfaltna kuglana, automoto društvo sa vlastitim voznim parkom, kompletni fotolaboratorij za sekciju fotoamatera, učionice za osmogodišnju školu, dvije prodavaonice, dječja igrališta i stambene zgrade sa 50 stanova od kojih je polovina izgrađena vlastitim sredstvima. Dodaju li se tome još i onaj trud i sredstva koja su uložena na uređenje pogona i zelenih površina u krugu poduzeća i stambenog naselja, u higijensko-tehničku zaštitu i izgradnju higijenskih garderoba i kancelarijskog prostora, kao i za olakšanje uslova na težim radnim mjestima, dobiva se barem djelomično slika djelovanja onih snaga koje su takvim svojim radom putem političkih i društvenih organizacija unutar kolektiva i preko organa upravljanja postigle, osim već prije navedenih rezultata i to, da u pet godina svog postojanja ovaj pogon nije uopće trpio od fluktuacije kvalitetnih visokokvalifikacionih kadrova, toliko uobičajene kod drugih sličnih industrijskih postrojenja izvan gradskih centara.

Kad se spominju značajniji momenti na razvojnom putu kolektiva termoelektrane Jertovec mislim, da se ne smije mimoići još jedna specifičnost, izražena u sistemu radničkog upravljanja. Investitor objekta u izgradnji bilo je poduzeće Elektrana Zagreb, a sa njegovim dovršenjem trebalo mu je u organizacionoj šemi poduzeća pronaći i pravo mjesto s obzirom na njegovu veličinu i značaj. Ovdje treba naglasiti da se je to događalo u godini 1953., kada niti pozitivni pro-

pisi, niti dotadanja iskustva radničkog samoupravljanja, nisu sadržavali dovoljno elemenata za stvaranje takve organizacije, koja će najbolje odgovarati datim uslovima. Konačno je donesena odluka da novo izgrađeni objekt uđe u sastav poduzeća koje dobiva novi naziv »Elektrane«, Zagreb, a sastoji se iz pogona Zagreb, pogona Ozalj i pogona Jertovec, s tim da svaki pogon imade vlastiti Radnički savjet, dok se Centralni Radnički savjet formira od predstavnika svih triju pogona. Osim toga, za razliku od pogona Ozalj, koji je sa pogonom Zagreb imao zajedničku računovodstvenu i administratvu službu, pogon Jertovec je u tom pogledu bio potpuno samostalan, a prenošenjem većine ovlaštenja od strane direktora poduzeća na upravitelja pogona, dobio je u stvari sve atribute samostalnog poduzeća. U kolikoj mjeri je ovakva organizaciona forma bila sretno odabrana, ubrzo je pokazalo iskustvo narednih godina. S jedne strane ničim sputavana inicijativa organa upravljanja samostalnog pogona, s druge strane nesebična pomoć kako u tehničkom tako i u organizacionom smislu uprave poduzeća i kolektiva bratskog pogona Zagreb, kao i njihova budnost da se na vrijeme otklone nedostaci i propusti neprimjetni mladom i neiskusnom kolektivu, punom stvaralačkog oduševljenja, omogućili su nagli i brzi razvoj svih službi kao i njihovo osamostaljenje, a time stvorili uslove i za formalno odvajanje pogona u samostalno poduzeće. Da do toga još nije došlo, razlog je jedino težnja da se prethodno objekat u cijelosti završi.

Sjednica prvog Radničkog savjeta termoelektrane Jertovec.

Premda u momentu formiranja pogona velika većina radnika nije nikad niti vidjela jedno industrijsko, a kamo li elektroprivredno postrojenje, pa prema tome da se i ne govori o nekom iskustvu u upravljanju poduzećem, danas organi radničkog upravljanja predstavljaju glavnu pokretačku snagu u svim akcijama koje vode ostvarenju novih zadataka ili konsolidaciji, u dosadanjem razdoblju, postignutih rezultata. Putem seminara, predavanja i sistematskim radom unutar samih organa upravljanja neprekidno se podiže stručni nivo članova Radničkog savjeta i odgaja svijest radnika upravljača, tako da sigurno nije daleko dan kad će se u potpunosti otkloniti i one slabosti u upravljanju koje su posljedica nedovoljne izobraženosti u teoretskim osnovama organizacije i poslovanja poduzeća.

Gledajući iz današnje perspektive svi naprijed spomenuti rezultati dosadanjeg rada i postignuti uspjesi ne bi bili toliko značajni da nisu postignuti u doista nesvakidašnjima uslovima rada sa tek izgrađenim postrojenjem. Nije tome tako daleko, a da se ne bismo sjetili sa koliko smo nestrpljenja očekivali prve kilovatsate iz nove elektrane, a koliko je još muke i znoja bilo potrebno da bi se i nakon završene izgradnje I. etape dobio jedan pogonski siguran energetski izvor. Nisu, nažalost, bili rijetki slučajevi kad je u času najveće potrebe za energijom postrojenje stajalo zbog niza nedostataka, koji su se pojavili već u prvim pogonskim satima. Na ovom mjestu nije predviđen prostor za detaljniju analizu tih događaja koji predstavljaju doduše gorko ali zato dragocjeno tehničko iskustvo, pa ću ih zato sada, na kraju ovog izlaganja, samo ukratko spomenuti, jedino u svrhu dobivanja jedne cjelovite slike o problematici rađanja jednog poduzeća.

Već prvog dana probnog pogona započele su poteškoće sa radom roštiljnih prigona na kotlovima prve etape, koje su sa manjim ili većim prekidima trajale preko godinu dana, dok jednom temeljitom rekonstrukcijom nisu dovedeni konačno u ispravno stanje.

Propuštanje varova na cjevnom ekonomajzeru čime je djelomično u vezi i oštećenje rebrastog ekonomajzera prouzročilo je ukupno 9 defekata kojih je dalja posljedica i oštećenje jedne trećine članaka zagrijača zraka.

Armatura kotlova, uključivši tu i sigurnosne ventile morala je najvećim dijelom biti izmijenjena zbog lošeg materijala.

Zagrijavanje komore za povrat dimnih plinova u ložište zbog konstruktivne griješke dovelo je do njene deformacije, a teže posljedice toga spriječene su jedino pravovremenom rekonstrukcijom.

Brzo trošenje rotora ventilatora za povrat dimnih plinova u sklopu uređaja za odvajanje pepela, te loš rad ciklonskih filtera otklonjen je također rekonstrukcijom.

Pucanje varova i samog kolektora na ulazu u drugi pregrijač pare na oba kotla posljedica je djelomično neodgovarajućeg materijala, a djelomično nedostatka u regulaciji temperature pare.

Nekoliko defekata na napojnim sisaljkama bilo je dijelom zbog posljedica površne montaže, a dijelom zbog konstruktivnih nedostataka, no najteži su bili oni na statorskim kolima, koja su zbog nepodesno izabranog materijala bila djelovanjem vode potpuno izjedena.

Na turbinskom postrojenju prve etape bilo je nekoliko teških defekata, kao lom osovine sa zupčanikom za pogon regulatora i zubčaste sisaljke,

pregaranje prigušnog namotaja na rotoru generatora i uslijed toga oštećenje kapa rotorskog namotaja,

zaribavanje pomoćne uljne sisaljke,

zaribavanje tlačnog ležaja turbine i time u vezi lom cijevi tlačnog ulja doveo je do velikog požara u strojarnici, čije su katastrofalne posljedice spriječene jedino besprimjernim požrtvovanjem pogonskog osoblja.

Svi ovi defekti na turbinskom postrojenju posljedica su dijelom loše konstrukcije, a dijelom nepodesnog materijala primijenjenog u uslovima ratne proizvodnje.

Naprijed navedeni nedostaci predstavljaju samo jedan dio poteškoća, koje je trebalo svladati na kotlovskom i turbinskom postrojenju, da bi se ono osposobilo za normalan rad, premda ih ništa manje nije bilo ni na postrojenjima dopreme ugljena, otpreme šljake i pripreme vode, sa jedinom razlikom da njihova problematika nije bila toliko složena i komplicirana, ali zato u odstranjivanju zahtijevala ništa manje truda i napora.

Danas termoelektrana Jertovec sa svojih instaliranih 40 MW i oko 200 milijuna kilovatsati godišnje proizvodnje uz specifični potrošak topline, koji je stavlja u red najekonomičnijih elektrana u zemlji, predstavlja i siguran i jeftin izvor u našem elektroenergetskom sistemu.

Ne isključujući ovdje zaslugu koju za taj uspjeh imadu svi oni pojedinci i radni kolektivi koji su učestvovali na izgradnji objekta, želio sam ovdje istaknuti ulogu koju je u tome imao mladi kolektiv novog pogona, koji je svoje iskustvo i današnju svoju stručnu i društveno-političku kvalitetu iskovao baš u borbi za ostvarenje našeg zajedničkog cilja: izgradnje i boljeg života naše socijalističke zajednice. Ovom kolektivu upućeno je ovih nekoliko uvodnih redaka sa čvrstom nadom i željom, da će i u budućnosti opravdati povjerenje i priznanje, koje mu se danas upućuje.

HISTORIJSKI RAZVOJ PRVOG PROJEKTA

Prof. Ing. Vladimir Žepić, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb 621.311.22

Ugljena nalazišta u Hrvatskom Zagorju 40 km od Zagreba bila su predmet stalnog proučavanja u svrhu iskorištenja u industrijske i energetske svrhe. U članku se prikazuje nastojanje u razdoblju od prvog do završetka drugog svjetskog rata i neposredno poslije njega. Prikazani su ukratko pojekti s tim u vezi, a naročito projekt pod imenom »Zagorje«, te početni radovi na realizaciji tog projekta, koji su bili prekinuti.

Kad je prije tri decenija potrošak električne energije u Zagrebu toliko porasao, da je trebalo pristupiti proširenju lokalne Gradske električne centrale, nužno se pojavilo pitanje, nije li povoljnije izgraditi novu elektranu neposredno na izvoru energije nego dograđivati i proširivati gradsku elektranu, koja je već u ono doba bila zastarjela po svojim parametrima: po niskom tlaku (od samo 16 atp) i malom pregrijanju pare. Zagorski ugljeni rudnici činili su se kao najpozvaniji, da postanu dobavljači električne energije, u jednu ruku radi svoje blizine Zagrebu, a u drugu ruku radi zaposlenja pretička radne snage u tom vrlo napučenom kraju.

Pitanje kalorične centrale u Zagorju pojavljivalo se tako nekoliko puta kod rješavanja opskrbe grada Zagreba električnom energijom, no uvijek su uz osnovno pitanje nastupile još i neke druge okolnosti, koje su bitno utjecale i na sam problem kalorične centrale, pa se dugo vremena nije mogla ostvariti izgradnja izvora električne energije toliko potrebnog za zagrebačko opskrbno područje.

Predratni period

Vađenje ugljena vršilo se u Hrvatskom Zagorju već vrlo rano, jer su izdanci ugljenih slojeva ukazivali na to, da postoje znatne zalihe. Sve su to bili ugljeni slabe vrijednosti s velikim sadržajem vlage i pepela. Bazen je bio zapušten i neistražen, a proizvodnja primitivna u niskopima. Za eksploataciju zagorskih lignita bilo je još prije prvog svjetskog rata osnovano »Prvo zagorsko ugljenokopno društvo«; ono je za vrijeme rata prešlo u njemačke ruke.

Belgijski kapital imao je prije prvog rata poduzeće *D. d. za visoke peći, rudnike i šume u Hrvatskoj.* To su poduzeće preuzeli poslije rata (1919) neki domaći kapitalisti i za iskorištavanja rudnih nalazišta (bakra i nešto srebra) u Bešlincu kod Dvora osnovali novo poduzeće *Concordia d. d.* Ovo je poduzeće za kratko vrijeme preuzelo i najveći dio dionica *Zagorskog ugljenokopnog društva.* Uslijed poslovnih poteškoća fuzionirala su se g. 1923. ta dva poduzeća u novo društvo *Ujedinjeni rudnici i talionice a. d.* (URITAD). Ovo je društvo pokrilo rudnim pravima dvije trećine Zagorja između Zagrebačke gore i Ivančice. Ostalu trećinu zaposjelo je rudnim pravima uglavnom Trboveljsko ugljenokopno društvo. Dok je *Trboveljska* svoja rudna prava koristila samo kao zaštitu od konkurencije, *Uritad* je nastojao, da za svoj glavni ugljenokop u Konjščini nađe plasman na zagrebačkom tržištu.

Budući da su ligniti u sirovom stanju imali na tržištu tek malu prođu, pokušao je *Uritad* da preradom lignita uzdrži pogon u svojim Zagorskim ugljenicima. Destilacija kod visoke temperature nije uspjela, međutim je francuskim stručnjacima pošlo za rukom da u laboratoriju proizvedu polukoks destilacijom kod niske temperature. Pokusne instalacije bile su (1924) postavljene u Konjščini i Poljanici za dnevnu preradu od 24 t lignita. Ove instalacije nisu dale povoljne rezultate i pokusi su svršili s gubitkom, kao i pokušaj s briketiranjem ugljena iz rudnika Beletinec.

Da popravi svoje neuspjehe, *Uritad* je zainteresirao belgijski kapital za svoja poduzeća i g. 1928-29 holding-društvo *Charminière* iz Bruxellesa preuzelo je dionice *Uritada.* Taj je kapital brzo pokazao veliku aktivnost, koja je uglavnom računala na zagrebačko tržište. Kod financijskog saniranja poduzeća bili su likvidirani svi pokušaji destilacije i briketiranja i glavna pažnja bila je posvećena elektrifikaciji.

Koncesija *Uritada* za elektrifikaciju

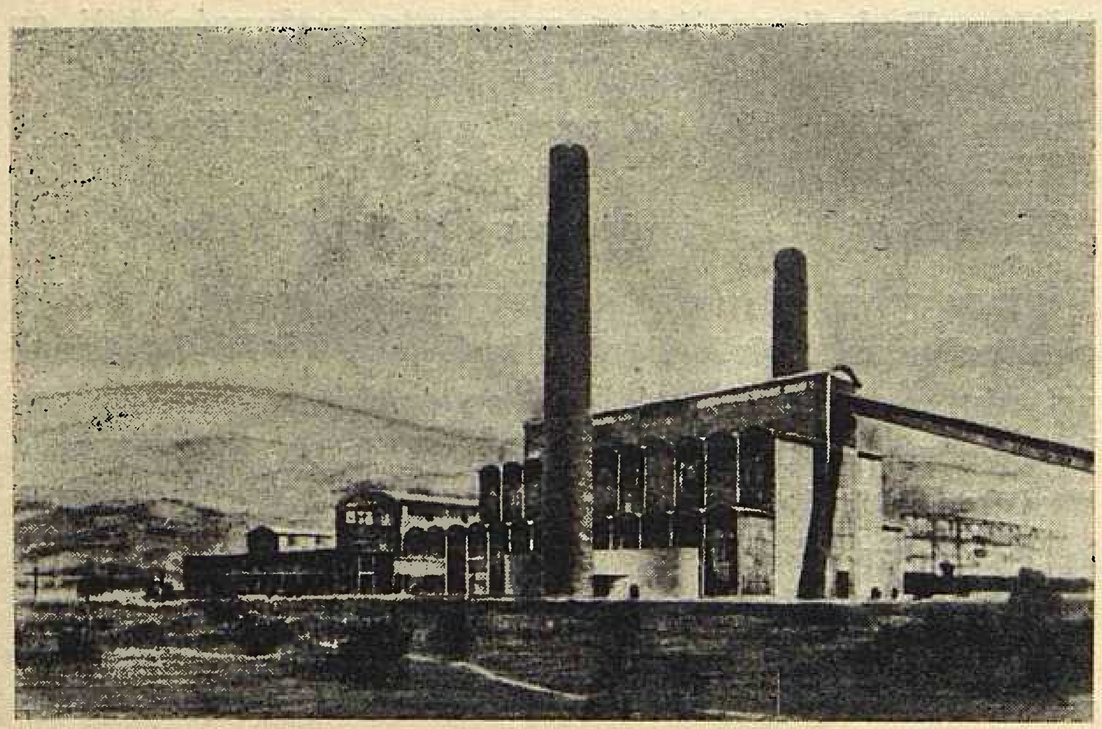
Novi su vlasnici ubrzo ustanovili, da rentabilna eksploatacija zagorskih lignita kod tako niske kalorične vrijednosti nije moguća, pa su tražili načina za valorizaciju svojih rudnika. *Uritad* je u Ministarstvu trgovine i industrije u Beogradu zatražio isključivu koncesiju za elektrifikaciju Savske banovine i naveo, da bi u tom slučaju postavio i instalacije za destilaciju pri niskim temperaturama. Odobrenjem za podizanje električnih instalacija i za provođenje elektrifikacije pod istim uvjetima kao i Udružene električne centrale (gradova Zagreb i Karlovac) društvo se nije zadovoljilo, nego je i dalje tražilo isključivu koncesiju.

Radi konačnog rješenja ovog pitanja sazvalo je Ministarstvo trgovine i industrije konferenciju, koja se održala u Zagrebu 29. travnja 1931. Grad Zagreb odlučno je odbio, da bilo kome, pa i *Uritadu,* preda svoju elektranu i dade koncesiju za elektrifikaciju gradskog područja. Konferencija je svršila zaključkom, da treba stvoriti suradnju poduzeća, koja se bave elektrifikacijom Savske banovine.

Do onakvog sporazuma, kako ga je želio *Uritad,* nije moglo doći i ovo poduzeće podnosi iznenada novu molbu Ekonomsko-financijskom komitetu ministarstva u Beogradu i tu molbu potkrepljuje predstavkom Inspekciji zemaljske odbrane, da je vojno podignuti u Konščini velike instalacije za dobivanje benzina destilacijom mrkih ugljena i lignita. Destilacijom bi se dobivao plin, koji bi davao 5—6% sirovog katrana, a iz ovoga bi se proizvodio benzin. Iscrpak benzina bio bi samo 20—25% količine sirovog katrana, ali bi se taj iscrpak dao povećati na 40—50%, ako bi se katran miješao sa sirovom naftom iz malih nalazišta sjeverno od Varaždina. Plin bi se koristio u električnoj centrali za proizvodnju energije, a kad bi bio dovršen konačni plan destilacije (1000 t ugljena za 24 h), bilo bi dovoljno plina, da se još i plinovodom dovede u Zagreb za snabdijevanje građana.

U predstavci se navodi, da je proizvodnja benzina od odsudne važnosti za vojsku, budući da se u zemlji benzin ne dobiva, ali da je za to potrebna velika elektrana, koja će omogućiti korištenjem nusprodukata ekonomsku proizvodnju benzina. Ta pak elektrana može se izgraditi samo na osnovi konzuma električne energije grada Zagreba. Zagrebačka električna centrala imala je u to vrijeme (1931) maksimalno opterećenje od 9300 kW i godišnju potrošnju od 31,000.000 kWh. Na pritisak odozgo grad je bio voljan, da se obveže na preuzimanje godišnje količine od 50,000.000 kWh, koja bi po navodima *Uritada* bila dovoljna, da omogući postavljanje predložene instalacije, ali nije pristao, da se njegovo potrošačko područje uključi u koncesiju.

Na temelju ovakovih postavaka dobio je *Uritad* zakonsku koncesiju za isključivo pravo elektrifikacije na sjeverozapadnom dijelu Savske banovine, ali bez potrošačkog područja Gradske električne centrale (Zagreba) i Udruženih električnih centrala.



Sl. 1. Projekat elektrane »Zagorje«, perspektiva.

Kako se i očekivalo, *Uritad* je imao interesa samo na koncesiji za grad Zagreb i kad to nije dobio, ostalo ga područje nije nimalo zanimalo. Društvo je želilo da svoje rudnike valorizira monopolskom koncesijom i onda ih proda nekom belgijsko-francuskom financijskom konzorciju. Prema konceptu monopolske isprave, koju je predložilo društvo, ono se n e obvezuje, da odmah izgradi predložene instalacije za destilaciju i proizvodnju benzina i u tom pogledu ne preuzima ni bilo kakove obaveze. Kako *Uritad* nije ništa poduzeo, da udovolji odredbama koncesije i započne izgradnjom postrojenja, zakonska je koncesija sama po sebi utrnula.

Projekat elektrane ZAGORJE iz 1942.—1945.

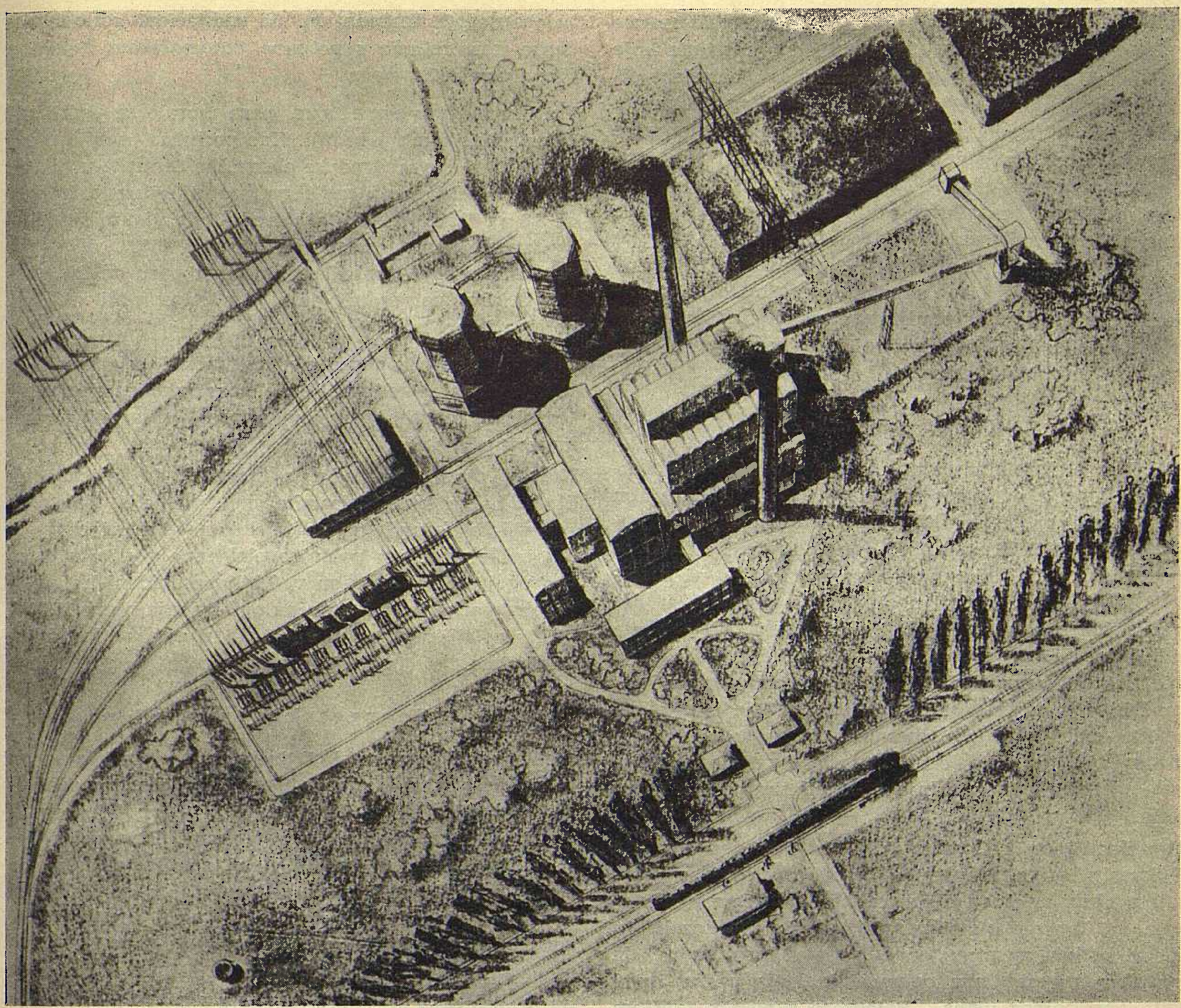
Problem snabdijevanja grada Zagreba i njegovog opskrbnog područja dovoljnim količinama jeftine električne energije ostao je tako neriješen još dugo vremena. Neposredno pred rat opterećenje je počelo naglo rasti, a potrošak električne energije povećavao se u nepredviđenom opsegu, tako da su opskrbna postrojenja grada dolazila u kritičan položaj. Kad su još nastupile i ratne prilike, doprema ugljena nailazila je na sve veće poteškoće. S jedne se strane pojavilo pomanjkanje transportnih sredstava, a s druge se dosadašnji glavni dobavljač goriva za lokalnu gradsku elektranu (rudnik Trbovlje) našao u inozemstvu. Nastala je dakle hitna potreba, da se u blizini grada nađe podesan izvor energije, koji će osiguravati opskrbu grada energijom, a ne će teretiti javna prometna sredstva.

Izvor goriva

Zagorski ugljenici pojavljuju se sada kao jedino rješenje: treba na podesnim rudnicima izgraditi elektranu i električnu energiju dalekovodom prenositi u Zagreb. Državno električno poduzeće (DEP), nastalo iz bivšeg Banovinskog električnog poduzeća, bilo je osnovano, da organski upravlja elektrifikacijom zemlje. U okviru tog zaduženja ono je preuzelo zadatak, da izvrši projektiranje nove termoelektrane, da nabavi potrebne uređaje i da se brine oko izgradnje postrojenja.

Termičku bazu činila je ugljena supstanca u zagorskim ugljenicima. I ako to područje još nije bilo potpuno sistematski istraženo, poznati podaci osiguravali bi pogon nove elektrane za dugi niz godina. Pod utjecajem DEP-a i uslijed očigledne potrebe, da se Zagreb opskrbi gorivom i energijom iz najbližih rudnih ležišta, Glavno ravnateljstvo za rudarstvo počelo se intenzivnije interesirati za zagorska ugljena nalazišta, kako bi se odredili rudnici, koji će snabdijevati novu elektranu potrebnim ugljenom. Ratne prilike otežavale su dopremu dovoljnih količina ugljena u Zagreb i njegovo industrijsko područje, pa je stoga eksploatacija zagorskih ugljenika bila tako predviđena, da se bolje i krupnije vrsti (oko 50% izvađene količine) predaju tržištu kao gorivo, a ostatak da se stavi na raspolaganje novoj elektrani.

Primitivni način dobivanja ugljena niskopima ne bi mogao trajno osigurati čitavo potrebno gorivo, pa je bila razmotrena mogućnost dnevnog kopa. Ugljeni stručnjaci odbacili su taj način kao nepodesan za prilike u zagorskim ugljenicima, pa se pristupilo proučavanju općeg i većeg projekta, da se na podesnom mjestu u dolini rijeke Krapine, koja protječe čitav zagorski bazen, izgradi betonsko okno za izvlačenje ugljena i da se pod zemljom to okno spoji vodoravnim rovovima s pojedinim otkopnim mjestima. Kao najpodesniji rudnici došli su odmah u pitanje konjščinski ugljeni rudnici, s jedne strane radi svojeg povoljnog položaja prema novoj elektrani, a s druge radi već izgrađenih radilišta. Kao daljnja nalazišta došli su u razmatranje ugljeni slojevi južno od rijeke Krapine, kod Sušobrega, Poljanice i Tugonice, koji ili uopće još nisu otvoreni ili se eksploatiraju u sasvim neznatnom opsegu. Svi bi ovi ugljenici tendirali na betonsko okno, odakle bi se dio ugljena određen za elektranu otpremao žičarom na njeno skladište. Kod daljnje izgradnje ove elektrane privukli bi se na suradnju i ugljenici s područja Ivančice (Golubovec, Ivanec), koji vade nešto starije ugljene formacije bliže mrkom ugljenu. Radi dopreme ovih ugljenih količina do elektrane bila je predviđena izgradnja željezničkog spoja preko Veternice do Zlatara. Ova bi pruga bila i inače od znatne ekonomske prednosti za čitavo to područje.



Prof. Ing. V. Žepić — Sl. 2. Zračna perspektiva elektrane »Zagorje«. — Prof. arh. J. Denzler

Položaj elektrane

Kad je bilo sređeno pitanje goriva, pristupilo se određivanju najpovoljnije lokacije elektrane. Opskrba vodom postalo je ključno pitanje. Sama Krapina ne nosi ljeti dovoljno vode za pogon elektrane. Smještaj strojarnice trebao se dakle pomaknuti nizvodno tako, da se mogu iskoristiti i vode potoka Selnice i Batine. Ova lokacija[1] bila je povoljna i s obzirom na predviđene ugljene rudnike i novo projektirano okno, jer je dozvoljavala dopremu ugljena žičarom. Elektrana je tako bila udaljena od Konjščine oko 3 km, a od novih ugljenika Sušobrega i Poljanice oko 4 km. Lokacija pak u području sela Lipovca pružala je izgled, da će se nestručna radna snaga moći naći u selu, a i smještaj kolonije za stručno osoblje dalo se zgodno uklopiti u seosko naselje.

Oprema

Za novu elektranu morala se oprema u cijelosti naručiti u inozemstvu, jer domaća industrija nije još postojala. Kad je krajem 1942. sazrela spoznaja, da se uz postojeće prilike *Vinodol* ne će moći izgraditi u predviđeno vrijeme, odlučila je Uprava DEP-a početkom 1943., da postrojenja naručena prije rata za elektranu *Vinodol* u Švicarskoj zamijeni za opremu potrebnu termoelektrani *Zagorje*. Naručeni strojevi i uređaji, dobrim dijelom dovršeni, ležali su neiskorišteni u tvornicama, pa je njihovo konzerviranje i uskladištenje zadavalo briga. Osim toga tvornice su vršile pritisak, da se materijali preuzmu i otpreme. U to doba švicarsko poduzeće *ATEL* (Aare — Tessin A. G.) gradilo je hidroelektranu *Lucendro*. To je poduzeće, poduprto švicarskom vladom, postavilo ultimativni zahtjev, da mu se prepuste limovi za tlačni cjevovod *Vinodola*, jer se u to doba nisu mogli na evropskom tržištu dobiti čelični limovi. Vinodolski limovi bili su naručeni kod tvornice *Vitkovice* u ČRS i otpremljeni još prije početka rata tvornici *Sulzer* radi prerade. Povoljnim sticajem okolnosti i generatori, koji su ležali u tvornici *Brown-Boveri*, odgovarali su po snazi i broju okretaja i za elektranu *Lucendro*, pa se zamjena mogla uspješno izvršiti. Ostale su samo vodne turbine kod tvornice *Charmilles* u Ženevi. Ove su turbine poslije rata dovršene i ugrađene u *Vinodol*.

[1] Vidi sliku 3 na str. 278.

U zamjenu za tlačni cjevovod bila su kod tvornice *Sulzer* naručena dva kotla, a ložišta i zagrijači koje *Sulzer* ne proizvodi, bili su sporazumno naručeni direktno kod njemačke tvornice *Steinmüller*. Električni generatori *Vinodola* bili su zamijenjeni kod tvornice *Brown-Boveri* za jedan parni turboagregat s pripadnim uklopnim uređajem i s 2 regulaciona transformatora. Glavni transformatori *Vinodola* mogli su se upotrebiti i u *Zagorju*, ali se na jednom od njih morao promijeniti namot donjeg napona od 12 na 36 kV, da može služiti kao silazni transformator kod prijenosa iz *Zagorja* u transformatorsku stanicu *Klara* kod Zagreba. Na taj je način bio osiguran glavni dio opreme za novu elektranu.

Izbor opreme

Veličina električnih generatora bila je za elektranu *Zagorje* određena sa 15.000 kW. U predratnim projektima, na pr. za *Bujavicu*, predviđali su se agregati od 10.000 kW, no nagli porast potražnje električne energije tražio bi znatno veće jedinice — od 20.000 kW. Međutim raspoloživa devizna sredstva nisu dozvoljavala nabavku tako velikih agregata, pa je stoga odlučeno, da se nabave agregati od 15.000 kW. Druga jedinica također od 15.000 kW bila je naručena u Njemačkoj, a i najveći dio pomoćnih uređaja bio je naručen kod njemačkih tvornica. Konačna izgradnja *Zagorja* bila je predviđena za četiri agregata, od toga bi u prvoj etapi izgradnje bila montirana dva agregata.

Pravilan izbor kotlova nije bio tako jednostavan. Pokusnim sagorijevanjem onih ugljena, koji su dolazili u obzir za novu elektranu, u kotlovima s mlinovima u Tvornici pamuka u Dugoj Resi pokazalo se, da se kotlovi ne mogu održati u stabilnom radu i da se plamen gasi, ako opterećenje kotla padne ispod 35% nominalnog učina. Poteškoće s niskim talištem drozge zagorskih ugljena dale bi se svladati podesnom konstrukcijom kotla. Budući da je u ono vrijeme noćno opterećenje zagrebačkog konzumnog područja ležalo daleko ispod minimalne granice kotlova, loženje mlinovima nije moglo doći u obzir. Osim toga pokazalo se, da se zagorski ligniti, s izrazitom drvnom strukturom, vrlo teško melju u dostavnom stanju. Odluka je stoga pala na kotlove s roštiljima.

Roštilji trebali su biti konstruirani za otpadne vrsti zagorskih lignita s prosječnom ogrjevnom vrijednošću od samo 2000 kcal/kg. Najveći sadržaj vlage iznosio im je 45%, a pepela do 18%. Tako veliki sadržaj vlage tražio je dvostepeni roštilj: prva trećina s jednostavnim potiskivanjem goriva treba da služi za sušenje i palenje ugljena, a zadnje dvije trećine sagorjevale bi ugljen na kaskadnom roštilju. Da se ne pređu ekonomske dimenzije roštilja, morala su se predvidjeti po dva kotla za svaki agregat, što je bitno utjecalo na projekt elektrane.

Učin kotlova bio je određen na osnovu potroška pare od 4,5 kg za 1 kWh. Prema normalnoj konstrukciji tvornice *Sulzer* svaki bi kotao trebao da trajno daje 35 tona pare na sat (optimalni učin bio bi 28 t/h pare), a kroz pola sata za svladavanje vrškova opterećenja 37,5 t/h pare. Time bi se mogla potpuno iskoristiti snaga turboagregata. Izabrani su bili radijacioni kotlovi moderne konstrukcije s potpuno *automatskom regulacijom* tvornice *Siemens*.

Pri izboru parametara pare moralo se voditi računa o prilikama u zemlji. Kao poslužno osoblje predviđao se kadar iz Gradske električne centrale u Zagrebu, koji je do tada radio na postrojenjima s tlakom od 16 at. Odabran je stoga srednji tlak kotla sa 40 at i s temperaturom pregrijane pare od 450° C. Kod punog opterećenja dobivala bi turbina paru od 36 ata i 435° C. Ovi parametri dobro su odgovarali veličini kotlova i turbine.

Za drugi agregat, naručen u Njemačkoj, osigurao si je DEP i dobavu kotlova slične konstrukcije njemačkih tvornica. Međutim razvojem prilika do narudžbe ovih kotlova nije došlo.

U prvoj etapi izgradnje montirala bi se jedna jedinica i dva kotla švicarske provenijencije. Zatim se predviđalo kompletiranje elektrane materijalom iz Njemačke, a druga polovina elektrane popunila bi se u drugoj etapi. Za tu su već bili predviđeni kotlovi s mlinovima, pa bi mala noćna opterećenja preuzeli kotlovi s roštiljima, a inače bi bili u pogonu kotlovi s mlinovima.

Energetska osnova

Elektrana *Zagorje* (sl. 1) trebala je postati temeljna elektrana za snabdijevanje čitavog zagrebačkog opskrbnog područja. Ta je elektrana trebala paralelno raditi s hidroelektranom *Vinodol* i s termoelektranom *Oriovac*, koja se u ono vrijeme baš projektirala. Bilo je predviđeno, da će lokalna elektrana u Zagrebu služiti samo kao hladna rezerva. U prvoj etapi imalo bi *Zagorje* snagu od 30.000 kW, a u drugoj daljnjih 30.000 do 40.000 kW prema veličini jedinica.

Da se postigne taj energetski cilj, bilo je predviđeno, da se u selu Sv. Klara južno od Save izgradi glavna transformatorska stanica *Klara*, koja bi primala energiju iz *Zagorja* na vodovima 110 kV i predavala je zagrebačkom opskrbnom području sistemom vodova od 30 kV. Na istu stanicu priključio bi se dalekovod 110 kV iz Rajhenburga-Brestanice, koji je već bio u gradnji, te vodovi iz *Vinodola* i *Oriovca*.

U elektrani *Zagorje* generatori bi radili na sabirnice 10 kV podijeljene uzdužno u dvije polovice. Glavni transformatori transformirali bi energiju na 110 kV. Sa sabirnica tog napona odlazila bi dva dalekovoda do stanice *Klara*, a dva do stanice u Varaždinu za elektrifikaciju Podravine. U Prvoj etapi izgradio bi se jedan dalekovod 110 kV do *Klare* (60 km), a odavle bi se energija prenosila u Zagreb prethodno nadzemnim vodovima 30 kV (12 km), a u konačnoj izgradnji kabelima istog napona. S obzirom na vinodolske transformatore, građene za druge prilike, s razlikom u primarnom naponu i s nerazmjerom snage generatora (15 MW) i transformatora (35 MVA), tražile su naponske prilike, da se u stanici *Klara* postavi uz silazni transformator i regulacioni transformator u području 30 kV, koji bi osigurao uredan paralelan rad na sabirnicama 30 kV u elektrani Zagreb. Takav je regulacioni autotransformator prolazne snage od 35 MVA bio i naručen kod tvornice *Brown-Boveri*.

Projekat elektrane *Zagorje*

Na temelju ovih podataka pristupilo se izradi projekata nove elektrane. Terenske prilike zahtijevale su, da se objekti elektrane smjeste u pravcu istok-zapad između rijeke Krapine i pruge (sl. 2). Budući da glavni vjetar dolazi iz sjevero-istoka, smješteno je skladište ugljena i stanica žičare na zapadnu stranu. Time je bio određen položaj svih postrojenja elektrane. Tok energije (ugljen-para-električna energija) kretao se konsekventno kroz sva postrojenja u pravcu zapad-istok.

U kotlovnici su uz kotlove bili smješteni betonski bunkeri za ugljen. S obzirom na njihovu veliku težinu, bili su stabilizirani u dva pravca velikim plohama od armiranog betona, koje su bile organski uvrštene u zidove elektrana i nisu sprečavale komunikaciju. Strojarnica je bila projektirana za četiri agregata od 20 MW (iako su prvi agregati imali samo 15 MW). Između dva glavna objekta elektrane, kotlovnice i strojarnice, bila je smještena zgrada pomoćnih pogona: pojnih pumpi, zagrijača kondenzata, pripreme vode i rezervoara vruće vode (u gornjem spratu). Na istočnoj strani strojarnice bila su smještena rasklopna postrojenja za 10 i 30 kV u zidanim prostorijama. Postrojenje 110 kV s uzlaznim transformatorima bilo je smješteno u produženju zgrade na slobodnom prostoru. Dalekovodi 110 kV odlazili bi iz tog postrojenja prema jugu preko rijeke Krapine i tu se razvili u svoje odlazne pravce.

U ovom je projektu prvi puta bila predviđena termička komadna prostorija za kontrolu i registraciju kotlovske automatike. Sami automatski regulatori bili su smješteni na kotlovskim rasklopnicama uz svaki kotao. Uređaji su dozvoljavali bilo potpuno automatsku ili ručnu regulaciju kotlova.

Odnos s Gradskom električnom centralom u Zagrebu

Uredna dobava električne energije gradskom opskrbnom području iz izvora DEP-a mogla se vršiti samo kod uređenih poslovnih odnosa između DEP-a kao dobavljača električne energije i Gradske električne centrale u Zagrebu kao jedinog veleprodavača električne energije na području, koje gospodarski, kulturno i društveno teži neposredno prema gradu Zagrebu. Početkom 1943 g. počeli su pregovori sa svrhom, da se učine prvi koraci k racionalnom električnom gospodarstvu i međusobnoj saradnji na svim pitanjima elektrifikacije. Ta međusobna saradnja odnosila bi se na dobavu i izmjenu električne energije, na plansko električno gospodarstvo, na zajedničko ustanovljenje uvjeta za dobavu i prodaju električne energije, te na međusobno pomaganje u svim pitanjima dobave i opskrbe električnom energijom.

Sklopljeni ugovor imao je dalekosežni utjecaj na razvoj elektrifikacije i elektro-gospodarskih odnosa na ovom području i pripremio je uvjete za prijelaz bez potresa na socijalističku elektroprivredu poslije oslobođenja zemlje.

Period ELPOH-a

Poslije oslobođenja bilo je u augustu 1945 g. osnovano *Električno poduzeće Hrvatske* (ELPOH), kao pravni sljednik DEP-a. U okviru socijalističke izgradnje zemlje *Elpoh* je bio zadužen svim poslovima elektrifikacije i uredne dobave električne energije. Nakon preuzimanja električnih postrojenja na teritoriju Hrvatske, te nakon organizacione i poslovne konsolidacije poduzeća, *Elpoh* je počeo voditi brigu i o izvorima energije, jer je bilo više nego očigledno, da postojeći izvori ne mogu zadovoljiti potrebe.

Ponovno se pojavljuje problem termoelektrane na bazi zagorskih lignita. Značajan dosije tehničkih, ekonomskih i finansijskih podataka, koji se bio skupio kod DEP-a, bio je podvrgnut pomnom proučavanju.

Brzo se pokazalo, da je problem o iskorištavanju zagorskih ugljena i suviše kompleksan, a da bi se mogao rješavati u okviru jedne privredne grane. Stoga je Ministarstvo industrije, odjel za energiju u Zagrebu početkom februara 1946 sazvao sastanak u pitanju izgradnje kaloričke elektrane u Zagorju. Ovaj je sastanak održan u *Elpohu* 15. februara 1946 sa širokom problematikom: izgradnja termoelektrane u Zagorju, ugljena baza (ligniti i mrki ugljeni), demografske prilike u Zagorju, testilni kombinat u Zagorju, oplemenjivanje zagorskih ugljena. Ovaj je sastanak trebao postaviti opće uvjete za izgradnju termoelektrane u Hrvatskom Zagorju.

Na temelju rasprava na ovom sastanku trebalo je pripremiti materijale o gradnji zagorske elektrane za Drugi državni energetski kongres, koji se održao u Zagrebu u drugoj polovici mjeseca februara 1946. Na tom je kongresu došlo do izražaja stanovište, da je zagorska termoelektrana pitanje ne samo energetsko i elektroprivredno, nego u velikoj mjeri i demografsko, jer treba da donese praktična rješenja za uposlenje pretička radne snage u Zagorju.

Kako su na tom problemu uz elektroprivredu zainteresirani i rudarstvo i razne grane industrije, bio je postavljen *Zagorski komitet*, da dalje vodi i koordinira rad na tom području. Budući da se smatralo, da čista elektrifikacija ne može biti potpuno ekonomična, trebalo je privesti u život kombinat, koji bi iz ugljena najprije iskoristio kemičke sastojine, a onda ostatke tehnološkog postupka predao u elektranu za spaljivanje pod kotlovima za proizvodnju električne energije. Osim toga elektrana bi davala paru za tekstilne tvornice podignute u ekonomskoj blizini elektrane. To bi pružalo zdravu bazu za potrebe elektrifikacije i industrijalizacije.

U okviru tog općeg plana trebao je *Elpoh* da odredi količine goriva, koje će trebati za proizvodnju električne energije. Prijenos te energije u zagrebačko konzumno područje i plasman električne energije nisu predstavljali nikakav problem, jer je potreba energije bila velika, a za prijenos postojale su već i opsežne tehničke predradnje. *Rudarstvo* je bilo zaduženo, da istraži količine (sigurne, vjerojatne i moguće) lignita i mrkog ugljena u tom bazenu i da stvori osnovu za eksploataciju tih ugljena u potrebnim količinama. *Institut Ministarstva industrije* trebao je da prouči mogućnosti prerade zagorskih ugljena, njihovog oplemenjivanja vrućom vodom ili parom pod tlakom; posebno da istraži, kako se mogu zagorski ugljeni kemički preraditi, te da prouči podatke, koji su se mogli pronaći o pokusima *URITAD-a. Kemička industrija* bila je zadužena, da odredi tehnološke procese za preradu katrana i drugih derivata kod destilacije zagorskih

ugljenih vrsti, a u zajednici s elektroprivredom da ustanovi mogućnost briketiranja tamošnjih lignita za potrebe zagrebačkog tržišta. Konačno je *tekstilna* industrija trebala izviditi najzgodniju lokaciju tekstilne industrije u Zagorju obzirom na dobivanje tehnološke pare i energije iz nove elektrane. Tekstilna industrija stekla je u Zagorju već dugogodišnju tradiciju i stoga je bilo opravdano, da baš ta industrija sudjeluje u zagorskom kombinatu. Na kraju je još *Elpoh* trebao da ustanovi uvjete za spaljivanje ugljenih otpadaka iz eksploatacije rudnika i otpadnih goriva iz raznih tehnoloških procesa u ovom kombinatu. Važno je bilo uskladiti sve te količine s potrebnim gorivom za proizvodnju električne energije u iznosima, koje traži konzumno područje.

Radovi *Zagorskog komiteta* odvijali su se uglavnom pod rukovodstvom *Elpoha*, a kasnije *Elektrozapada*, i počeli su lijepo napredovati, osobito u saradnji s kemičkom industrijom. Međutim postavljanjem privrede na nove temelje, a s tim u vezi rasformiranjem organizacionih jedinica, koje su sudjelovale u *Zagorskom komitetu*, zastao je rad na problematici iskorištenja zagorskih ugljenih nalazišta.

U takvoj situaciji nije se nažalost s opremom za elektranu *Zagorje* znalo što započeti. Čas je bila predviđena za Osijek, Varaždin, pa zatim za *Vlašku*, dok se konačno nije ipak došlo do spoznaje, da treba podignuti elektranu na zagorskim rudnicima. Turboagregat bio je privremeno montiran u elektrani *Vlaška* na rudniku u Raši do dovršenja izgradnje prve etape elektrane *Konjščina*, kad je agregat konačno montiran na pravom mjestu. Tako su sve zamjene i transakcije ipak donijele neposrednu korist razvitku naše elektroprivrede.

OSNOVE ELEKTRANE JERTOVEC

Ing. Borivoj Baranović, Institut za elektroprivredu, Zagreb **621.311.22.002**

Historijat ove elektrane pokazuje, da se gradila sa neobično mnogo poteškoća kako kreditiranja izgradnje tako i projektantskih, izvađačkih i t. d. Druga etapa je opremljena pretežno domaćom opremom. Ukupno instalirana snaga određena je raspoloživim količinama vode za hlađenje. Uslijed svog položaja 40 km od Zagreba ova centrala ima značaj lokalne rezerve, a vezom sa 110 kV mrežom ima i odgovarajuću ulogu kao dopunska termoelektrana u povezanom sistemu zapadne Jugoslavije.

Ova zasada najveća termoelektrana u Hrvatskoj gradila se pod uslovima, koji su se bitno mijenjali tokom vremena, i koji su na razne načine mijenjali zamišljenu osnovu, da se na bazi konjščinskih lignita postavi kemijsko-energetski kombinat, a isto tako i osnovu same elektrane u užem smislu.

Elektroprivreda naše zemlje trebala je poslije perioda obnove, da se razvija po određenom planu, ali je politički i privredni raskid sa kominformističkim zemljama uzrokovao izvjesne promjene i u izgradnji energetskih objekata. Neke započete elektrane bile su privremeno obustavljene, uslijedila je preorijentacija na opremu zapadnih zemalja, a naročito na domaću opremu. U takvoj situaciji zadobila je značaj elektrana Konjščina, jer je imala jedan dio opreme raspoloživ u zemlji, odnosno plaćen u Švicarskoj.

Započeta 1948., elektrana je tek ove godine potpuno završena što pokazuje, da su u toku izgradnje postojale mnogobrojne poteškoće, a djelomično da se nije moglo koristiti prednosti prioriteta hitnosti koji joj je bio priznat u početku građenja.

Historijat

Glavna uprava za elektroprivredu, unutar Ministarstva industrije FNRJ, u svom *Konceptu za idejni plan elektrifikacije FNR Jugoslavije* od 1946. predvidila je u petogodišnjem programu izgradnju 21 termoelektrane, s ukupno 557 MW (40%) i 26 hidroelektrana sa 828 MW (60%). Bilo je postavljeno načelo da se termoelektrane imadu graditi na rudnicima ugljena loše kvalitete ili sa dovoljnim količinama otpadnih vrsti. Osim toga, predviđalo se postavljanje nekoliko toplana radi racionalnog korištenja goriva.

Među termoelektranama na rudnicima predviđala se elektrana *Zagorje* t. j. Konjščina, sa instaliranom snagom 40 MW. Prioritetnim termoelektranama u tom planu smatrale su se uglavnom radi jeftinog ugljena: Kostolac, Lukavac, Kakanj i Velenje (Šoštanj), a kasnije im se pridružila Kolubara, dok je Lukavac otpao. Kako je u planu bilo i proširenje termoelektrane Vlaška u Raši na 30 MW, to je bilo odlučeno da se agregat BBC 14,8 MW (koji je bio naručen za vrijeme rata po prvom projektu za Konjščinu, vidi članak *Historijat prvog projekta)* postavi tamo u smislu tog proširenja. Ovo je bila pogrešna odluka, jer se naknadno ustanovilo, da je proširenje ove elektrane veoma teško i neekonomično, da kotlovi nemaju dovoljan kapacitet za turbinu BBC, pa je na taj način i dalje ležala neiskorištena.

Od 1947. Ministarstvo elektroprivrede u Beogradu upravljalo je elektroprivredom, a u republikama su postojale glavne uprave za elektroprivredu koje su imale kompetenciju nad distribucijom i manjim elektranama. Takva uprava u Zagrebu dala je izraditi godine 1948. osnovni projekt za termoelektranu u Konjščini na bazi tipskog projekta Biroa za projektiranje termoelektrana Ministarstva elektroprivrede za elektranu t. zv. tipa B, sa snagom 4 x 10 MW s time, da su u prvoj etapi trebala biti postavljena dva agregata mađarske proizvodnje, a u okviru jugoslavensko-mađarskog investicionog sporazuma. Lokacija je bila određena u Jertovcu i 1948. su bili započeti građevinski, uglavnom zemljani radovi na planiranju terena, kolosjeku i pristupnoj cesti.

Početkom 1949. znatno se smanjuje opseg djelovanja Ministarstva elektroprivrede u Beogradu i kompeten-

cije prelaze na novo osnovane generalne direkcije elektroprivrede za pojedine republike, koje ujedno objedinjuju cjelokupnu elektroprivrednu djelatnost. Uprava Generalne direkcije u Zagrebu, pod vodstvom direktora Stjepana Šercla, odmah poduzima mjere da se nastavi izgradnja Konjščine, koja je bila u međuvremenu obustavljena, i uspijeva uvjeriti Ministarstvo elektroprivrede da se hitno izgradnja nastavi, te se dobivaju krediti, uređuju zaostala plaćanja firmi Sulzer, dobivaju se kontingenti za domaću opremu i t. d. Nažalost kod toga nije uspjelo uvjeriti mjerodavne da treba odmah izgraditi elektranu u punom opsegu, nego je odobrena samo I. etapa, za postojeću opremu od 14,8 MW. Odluka o nastavku gradnje donesena je veoma brzo pod dojmom obustave izgradnje triju velikih termoelektrana (Šoštanj, Kakanj, Kolubara) te neizvjesnosti u pogledu nabavke opreme za ove elektrane. Agregat BBC i pripadni kotlovi nisu se mogli upotrebiti za bilo koju od ovih elektrana, jer su ove bile projektirane za agregate po 25 MW. Kasnije je uspjelo nabaviti opremu u zapadnim zemljama i izgradnja ovih elektrana bila je nastavljena.

Savezni projektanski biro za termoelektrična postrojenja u Beogradu izradio je novi projekt za elektranu od 34,8 MW, koji je odobren od Komisije za reviziju glav. projekata Ministarstva elektroprivrede u Beogradu 17. 11. 1949., a od Komisije za reviziju idejnih projekate Savezne planske komisije 11. 1. 1950. U oba rješenja je naglašena hitnost izgradnje.

Zajedničko je spomenutim idejnim projektima što je usvojena koncepcija elektrane za isključivu proizvodnju električne energije, bila je dakle napuštena ideja o energetsko-kemijskom kombinatu, uglavnom radi neuspjeha ili premalo izvršenih studijskih radova o mogućnostima kemijskog iskorištenja odnosno oplemenjivanja lignita Hrv. Zagorja. Uopće je ono vrijeme bilo u Jugoslaviji veoma malo načinjeno na tom području.

U vezi daljnjih prijelaza privrednih kompetencija na republičke privredne organe, Zavod za privredno planiranje NRH izdao je 1. 10. 1953 rješenje kojim se odobrava program investicione izgradnje elektrane za 1 x 14, 8 + 12,5 MW, a na temelju mnogobrojne dokumentacije o razvoju energetske situacije u budućnosti koja je bila izrađena u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu. I na ovom drugom koraku izgradnje elektrane bio je važan argument, što se nije išlo na inozemnu opremu, nego se odlučilo za turboagregate tvornice *Jugoturbina* i *Rade Končar* te kotlove u 60% domaćoj izgradnji.

Sama izgradnja tekla je uz bezbrojne poteškoće. Premda se energetska situacija pokazivala sve kritičnijom ipak su zapinjale dodjele kredita od strane banke, devizna sredstva su se prekasno i na temelju mnogobrojnih urgencija davala na raspolaganje, domaće tvornice su zakašnjavale sa isporukom materijala i opreme, a jako je kočilo izgradnju i zakašnjavanje projekata te slaba opremljenost građevinskih poduzeća. Investitorsku dužnost vršila je u početku *Generalna direkcija elektroprivrede* u Zagrebu, a zatim *Elektrana* u Zagrebu, koja je osnovala posebnu investitorsku grupu. Glavni projekt je izradilo poduzeće *Elektroprojekt* Zagreb, sa drugim projektanskim organizacijama.

Idejni projekti i glavni projekt prve etape bili su izrađivani pod vodstvom Ing. Jurja Mihajlova, koji je u to vrijeme bio rukovodilac odnosnih projektantskih formacija. Na idejnom projektu radio je Ing. Pavle Gasparin. Glavni i izvedbeni projekti druge etape izrađivani su pod vodstvom Ing. Ljudevita Matjana, šefa Odjela za projektiranje termoelektrana poduzeća Elektroprojekt u Zagrebu. Na izradi projekata uglavnom su, nadalje, sudjelovali

za strojarski dio:
Ing. Dragutin Zveržina, Ing. Ante Gaćina, Ing. Mirko Biljan i Ing. Milivoj Šimunić

za električki dio:
Ing. Ljudevit Matjan i Ing. Miroslav Abaffy

za arhitektonski i građevinski dio:
Ing. Ante Skare, Ing. Marko Čalogović, Ing. Marijan Sušić i Ing. Mato Crnić.

Montaža I. etape započela je početkom 1952., a završena koncem 1954. Građevinski radovi za II. etapu započeli su 1953., montažni radovi početkom 1956., a puštanje u pogon uslijedilo je u prosincu 1957.

Gorivo

Ugljena baza obrađena je u posebnom članku ing. Kulika, ali je ovdje interesantno spomenuti, na temelju kojih podataka se je svojedobno opravdavalo ugljenu bazu za elektranu Konjščina. Tadašnje Ministarstvo rudarstva NRH svojim aktom od 9. 3. 1948. dalo je podatke prema kojima u konjščinskom lignitskom bazenu ima vjerojatno 200 milijuna tona, a sigurno 18 milijuna tona lignita od 1800 kcal, pa da prema tome u klasi 0—40 mm, koja predstavlja 1/3 od ukupne količine bit će dovoljno ugljena za rad centrale 40 MW sigurno kroz 50 godina.

Iz ovih podataka vidi se velika razlika između sigurnih, rudarskim radovima i bušenjem ustanovljenih i vjerojatnih, geološkom procjenom utvrđenih rezervi. Ova činjenica, da je ovaj kazen bio slabo, a i danas je još dosta slabo istražen, bila je povodom da su se često postavljale sumnje u postojanje dovoljnih količina ugljena, a još više u ekonomičnost njegove eksploatacije. U vezi s velikim planovima proširenja drugih rudnika u Jugoslaviji sa boljim prilikama eksploatacije i većim stepenom istraženosti konjščinski ugljenici su često bili sa strane saveznih rudarskih i planskih ustanova predmetom ispitivanja ekonomičnosti čak pod perspektivom zatvaranja. Zaostajanje u ostvarivanju otvaranja i proširenja velikih drugih rudnika te zato pomanjkanje ugljena kroz nekoliko godina u razdoblju izgradnje elektrane Konjščine, pogodovalo je razvoju konjščinskih i ostalih zagorskih, te križevačkih i podravskih rudnika lignita, koji su posljednjih godina počeli dobivati znatne kredite za proširenje, modernizaciju i nova otvaranja, tako da je danas sigurno da će ugljena biti dovoljno ne samo za elektranu Konjščina, nego i za Toplanu u Zagrebu.

Voda

Prema podacima iz elaborata prof. Riesnera iz g. 1934., zatim Ing. Žugaja iz 1943. te podacima Uprave za vodoprivredu NRH i Hidrometeorološke službe NRH do 1951., moglo se zaključiti da zahvat vode

treba načiniti nizvodno od utoka potoka Selnice u Krapini, i da se na taj način osiguravaju dovoljne količine vode za povratno hlađenje elektrane od 40 MW, a da i kod normalnih minimalnih voda bude dovoljno raspoložive vode za poljoprivredu i stanovništvo. Potrebe centrale iznose oko 100 l/sec, od čega se 50% vraća u Krapinu, a normalna minimalna protoka na mjestu zahvata ne pada ispod 120 l/sec. Osim toga je izgrađena na zahvatu mala retenzija radi rezerve kod malih voda.

Lokacija

Termoelektrana Konjščina nalazi se u središtu zagorskog ugljenog bazena u zatvorenoj kotlini dugačkoj oko 20 km, a širokoj oko 5 km, na dnu nekadašnjeg Panonskog mora. Cijela kotlina sadrži slojeve lignita na površini horizontalne projekcije oko 100 km². Udaljenost od glavnih potrošačkih i industrijskih centara Zagreba i Varaždina je oko 40 km, a i samo Hrv Zagorje ima dosta tekstilne, građevinske i druge industrije. Glavni pogonski objekti smješteni su u maloj uvali okruženoj brežuljcima visine oko 50 m, u blizini sela Jértovec. Industrijski kolosjek dužine 1,5 km povezuje ove objekte sa željezničkom stanicom Konjščina, koja se nalazi na pruzi Zagreb—Varaždin. Snabdijevanje ugljenom vrši se iz svih pogona željezničkim vagonima, budući da je napuštena ideja o centralnoj separaciji. Udaljenost od zahvata vode na Krapini iznosi blizu 2 km. Uslovi fundiranja su vrlo povoljni. Drozgom i pepelom pune se doline u okolini centrale.

S ovom lokacijom suglasilo se je Ministarstvo industrije NRH, Planska komisija NRH, Vojna pošta br. 7250-3 Zagreb i Ministarstvo unutrašnjih poslova NRH. Lokacija daje izvjesnu zaštitu objekta u vojnom pogledu, ali prouzrokuje višak investicionih i pogonskih troškova prema lokaciji na otvorenom polju uz Krapinu i željezničku prugu, u blizini mjesta Lipovec, prema prvom projektu.

Višak investicionih troškova odnosi se na zemljane radove, potporne zidove, željeznički priključak, dovod vode i prilaznu cestu; on se međutim djelomično kompenzira boljim uvjetima fundiranja na novoj lokaciji, kao i troškovima za obrambene nasipe u lokaciji Lipovec tako da ukupni višak iznosi svega oko 5% od ukupnih investicionih troškova.

Višak pogonskih troškova sastoji se iz dizanja vode od kote 160 na kotu 208 cjevovodom oko 1 km, zatim iz troškova transporta ugljena uzbrdo na relaciji 1,5 km, ali je taj višak teško računski utvrditi.

Najbolje ilustrira izbor lokacije slijedeći citat iz rješenja Savezne planske komisije o odobrenju idejnog projekta:

Lokacija objekta nije povoljno izabrana jer uslovljava veliki obim zemljanih radova, dugačke i skupe pristupne puteve, tešku i skupu dopremu vode i uglja, a otežava i pravilan razmještaj objekata. Međutim izbor povoljnije lokacije onemogućen je sada, uslijed zakašnjenja podnošenja na reviziju ovoga projekta, obima već izvršenih radova i hitnosti izgradnje ovoga objekta.

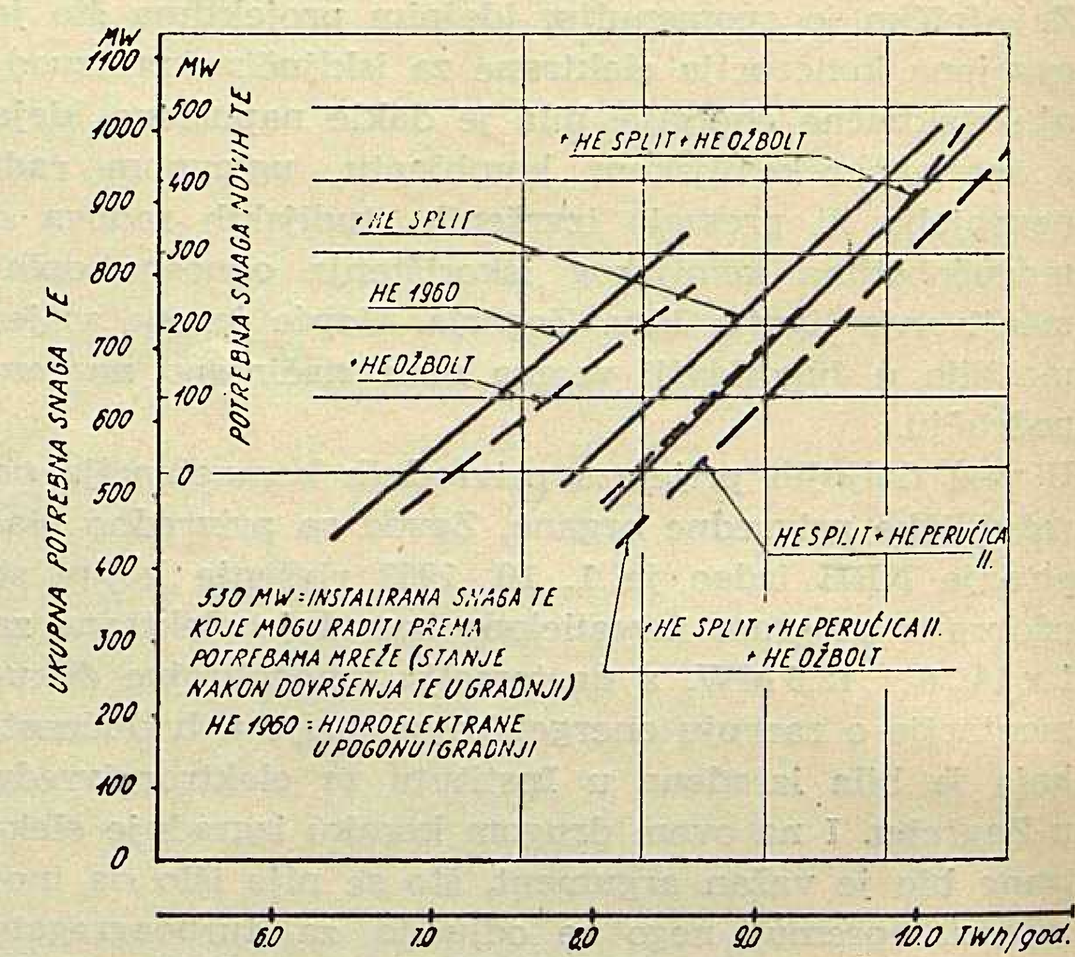
Energetske potrebe

U vrijeme kada je donesena odluka o izgradnji elektrane, njena se potreba opravdavala očekivanim porastom potrošnje (12—13% godišnje) u predstojećem petogodišnjem periodu u sistemu Sjeverozapadne Hrvatske i Slovenije te činjenicom da za to vrijeme ne će u tom sistemu ni jedna nova termoelektrana biti dovršena te da se ne će moći prema tome osigurati potrebnu dopunsku energiju u doba malih voda. Kao daljnji dokaz nesigurnosti postojeće termičke potrebe navodilo se da zastarjela i neekonomična elektrana u Zagrebu proizvodi oko 50% energije sistema Sjeverozapadne Hrvatske. Točnost ovih postavki bila je nažalost dokazana velikim manjkovima energije u tom sistemu kroz nekoliko godina uzastopce. Čak je i puštanje u pogon I. etape tvornice aluminija *Kidričevo* u Strnišču ovisilo o dovršenju I. etape Konjščine u 1954.

Danas, nakon povezivanja energetskih sistema zapadne Jugoslavije sa ostalim sistemima, a pogotovu u budućnostima, nakon puštanja u pogon hidroelektrane Split i 220 kV superponirane mreže, funkcija elektrane Konjščina može se promatrati sa gledišta

termičke dopune povezanog sistema Jugoslavije i lokalne rezerve šireg područja Zagreba.

Da nakon povezivanja sa ostalim sistemima u Jugoslaviji Konjščina ima svoje mjesto sa svojih 40 MW, nema nikakve sumnje, kad znamo da su u toku proširenja velikih termoelektrana Šoštanj, Kakanj i Kolubara na dvostruku snagu t. j. na 120 MW svaka i kad je započeta izgradnja Toplane Zagreb sa 64 MW.



Sl. 1. Potrebna instalirana snaga termoelektrana u Jugoslaviji (bez aluminijskog kombinata); konzum bez potrošnje koja se reducira (1,0 GWh).

Danas imamo u Jugoslaviji instalirano 530 MW termoelektrana, koje mogu raditi prema potrebama mreže, a jugoslavenski konzum bliži se brojci od 7 milijardi kWh godišnje. Promatrajući situaciju u normalno najsušnijem mjesecu u Jugoslaviji kao cjelini i to kod hidroloških prilika koje nastupaju sa 10% sigurnosti u tom mjesecu, dobiva se, uz rezervu od 15% u instaliranoj snazi termoelektrana i uz pretpostavku da se reducira 1 milijarda kWh elektrokemiji i elektrometalurgiji, da već kod konzuma od 8 milijardi kWh počinje u Jugoslaviji manjak u instaliranoj snazi termo-

elektrana, a to bi moglo biti već za oko 2 godine od danas (vidi *Energiju,* br. 3—4 od 1957.: *Potreba izgradnje termoelektrana).*

Nakon dovršenja novih velikih hidroelektrana Perućica, I. etape Split i Ožbolt, instalirana snaga hidroelektrana Jugoslavije povećat će se gotovo na 1.700 MW, a termoelektrana na 770 MW. Ova instalirana snaga termoelektrana ne će zadovoljavati uz iste gore navedene kriterije, kad konzum poraste preko 11 milijardi kWh, t. j. poslije 1962. (vidi sl. 1 i *Energiju,* br. 1—2 od 1958: *Elektroenergetske prilike u Jugoslaviji nakon izgradnje prvih velikih hidroelektrana).*

Ne bi bilo međutim ispravno određivati potrebnu snagu termoelektrana samo na temelju sumarnih elektroenergetskih bilanca za čitavu Jugoslaviju i bez obzira na njihovu lokaciju prema užim konzumnim područjima koji trebaju termičku dopunu i rezervu. Naime elektroenergetske bilance Jugoslavije rađene su uz pretpostavku da je moguće sve viškove, koji se pojavljuju bilo kada i bilo gdje, prenijeti u času pojavljivanja u području manjkova, što nikada ne će biti ostvareno radi ograničenog prenosnog kapaciteta i radi kvarova na prenosnim postrojenjima. Zato treba promatrati i uža konzumna područja i odrediti najnužniju instaliranu snagu termoelektrana, ako-naravno-postoje uslovi za njihovu izgradnju t. j. jeftino gorivo ili mogućnost kombinirane proizvodnje toplinske i električne energije u toplani. Kod određivanja instalirane snage novih elektrana ekonomske uplive troškova gubitaka prijenosa do mjesta potrošnje te potreba obustavljanja starih termoelektrana, treba također uzeti u obzir.

U modernoj termoelektrani ušteđuje se za naše prilike oko 2000 kcal/kWh što znači oko 1 kg lignita za svaki proizvedeni kWh.

U našem konkretnom slučaju danas se preuveličava značaj povezivanja sa centralnim, te preko njega i sa ostalim dijelovima države, jer je postojeća veza preko voda Jajce — Zagreb ipak dosta slaba i nestabilna, a pogotovo je veza dalje od Bosne prema Srbiji veoma slaba i gotovo simbolična. O čvrstom energetskom sistemu, u kojem radi elektrana Konjščina, može se govoriti jedino na području zapadne Jugoslavije, koja obuhvaća Sloveniju i Zapad. Hrvatsku sa 445 MW instalirane snage hidroelektrana i 210 MW instalirane snage termoelektrana te 3.400 GWh potrošnje u 1957. Postojeće hidroelektrane sa Gojakom i Ožboltom trebaju prema računu, kod konzuma od 3.000 GWh dopunu 210 MW, a kod 3.700 GWh 300 MW. Raspoloživa snaga ekonomičnih i pogonskih sigurnih termoelektrana iznosi 175 MW od čega ostaje oko 35 MW starih elektrana u rezervi, što čini 20%. Bez proširenja tvornice aluminija u Kidričevu na dvostruki kapacitet od današnjeg, konzum od 3.700 GWh bit će postignut već za godinu dana te bi se mogao već tada osjetiti manjak dopune. Povezivanjem s ostalim sistemima Jugoslavije ne mijenja mnogo situaciju u najsušnijem mjesecu u godini, jer u to vrijeme svi hidroenergetski sistemi u Jugoslaviji trebaju termičku dopunu, tako da zapadni sistem može uštedjeti samo oko 15 MW u instaliranoj snazi termoelektrana (vidi *Energiju,* br. 8—9 od 1956.: *Karakteristike proizvodnje u hidroelektrana zapadnog i centralnog dijela Jugoslavije).* Efekat povezivanja dolazi do izražaja u drugim mjesecima u vidu uštede ugljena a time i pogonskih troškova u zapadnom sistemu Jugoslavije.

Međutim sa gledišta sigurnosti opskrbe potrošača treba promatrati ulogu termoelektrane Konjščina u užem potrošačkom području t. j. u području šireg Zagreba (Zagreb sa Siskom, Karlovcem i Hrv. Zagorjem). Ovo područje troši danas oko 700 GWh od čega se namiruje oko 15% iz stare nesigurne elektrane, a ostatak iz sistema u kojem su Konjščina i Brestanica najbliže elektrane (40 i 50 km) a sve ostale znatno dalje. Ovdje imaju Konjščina, a kasnije Toplana Zagreb, neprocijenjivu vrijednost kao osnovni i sigurni dobavljači energije, te kao potporni elementi 110 kV sistema, koji omogućuju njegovo funkcioniranje (vidi poseban članak o energetskoj ulozi elektrane Konjščina, str. 281).

Veličina izgradnje

Instalirana snaga od 40 MW određena je procjenom raspoložive količine ugljena vrste 0—40 mm, tako da je osiguran rad centrale kroz 40—50 godina, ali još više raspoloživim količinama vode za hlađenje. O tome se izričito govori u Idejnom projektu Saveznog biroa za projektiranje termoelektričnih postrojenja od 14. V. 1948. Nadalje se u istom projektu smatra da nema smisla postaviti veću centralu još i iz razloga što perspektivni razvoj ide za:

znatnim povišenjem tlaka pare za što mi danas ne možemo dobiti postrojenje;

iskorištenjem pare u svrhe grijanja i oplemenjivanja (sušenja ugljena);

prijelazom na elektrane sa plinskim turbinama, koje se grade na sasvim drugim principima;

iskorištavanjem konjšćinskog ugljena za proizvodnju plina, kojim bi se event. opskrbljivao grad Zagreb.

U pogledu veličine proizvodnih jedinica i njihovih parametara pare nije postojao god. 1948. drugi izbor nego je trebalo uzeti postojeći BBC turboagregat 14,8 MW, 40 atp, a kasnije, za drugu etapu, dolazio je jedino proizvod tvornica *Jugoturbina* i *Rade Končar* u obzir t. j. jedinice od 12,5 MW, 40 atp.

OPASKA UREDNIŠTVA

Termoelektrana, kojoj je posvećen ovaj broj *Energije,* ima u člancima naziv *Termoelektrana Jertovec* ili *Termoelektrana Konjščina.* Objašnjenje ovog dvojakog naziva potječe iz prošlosti, kada se ovaj objekt vodio u svim planovima i projektima pod imenom *Termoelektrana Konjščina.* Tek u novije vrijeme kolektiv elektrane je odabrao im *Termoelektrana Jertovec* prema nazivu najbližeg sela.
Kako je ime *Termoelektrana Konjščina* mnogima jedino poznato, to je ostavljeno u onim člancima, gdje ga autori upotrebljavaju.

GORIVO ZA ELEKTRANU JERTOVEC*

Ing. Roman Kulik, Zavod za privredno planiranje NR Hrvatske, Zagreb. 622.6/9.:621.311.22

Novoizgrađena elektrana nalazi se u središtu najbogatijeg lignitskog bazena sjeverozapadne Hrvatske. Pokazani su geološki odnosi u bazenu, rezultati ispitnih bušenja, pregled postojećih pogona, njihova eksploatacija danas i u budućnosti, kao i program rekonstrukcija i novog otvaranja rudnika u tom području, koji je već u toku. Navedene su količine proizvodnje i pokazano je, da se iz ovog bazena može također djelomično snabdjevati i nova toplana u Zagrebu.

TE Konjščina se nalazi na području konjščinskog ugljenosnog bazena i njezina opskrba ugljenom je, u načelu, odnosno uglavnom, bazirana na proizvodnji ugljenokopa lignita na tom području.

Geološke prilike i rezerve ugljena

Konjščinska ugljenosna kotlina u užem smislu proteže se uzdužno od Zaboka do Novog Maretića i Vrbove. Ona je ispunjena sedimentima Pliocena, gornjega dijela Kongerijske odnosno Panonske stepenice, koji se sastoje od brakičnih laporno - pješčano - glinenih taložina — sa slojevima lignitskog ugljena.

Ta kotlina je smještena između temeljnog gorja Ivančice i Zagrebačke Gore. Prema geološkim radovima Cvijić-a, Ivančica još spada u ogranke Alpa, dok se Zagrebačka Gora smatra prelaznom zonom i spada već u Rodopski masiv odnosno u t. zv. Istočno kopno. Prema geologu Melik-u granica između Alpa i gora savsko — dravskog međurječja ide po prilici upravo tokom potoka Krapinice, koji teče po uzdužnoj osi Ta je prelazna poremećena zona, iako je bila stvorena prije taloženja Pliocena, imala stanoviti utjecaj i na taloženje ugljenih slojeva i to, kako zapažamo, u postanku velikog broja (25) tih slojeva, ali pretežno tankih — neekonomičnih za eksplotaciju, a tek nekoliko (6) ekonomičnih. Razlog tom stanju su bila česta gibanja tla, kod kojih se je mogao tek manji broj ugljenih slojeva akumulirati do ekonomične debljine.

Posebnu grupu ugljenih slojeva na ovom području čine ugljene naslage, više močvarnog tipa, na sektoru od Poljanice do Sušobrega (oko 6 km), koje su vlažnije i kalorički slabije, ali se pojavljuje u debljinama i do 12 m, prosječno oko 7 m. Ovaj ugljen nije podesan za normalne potrebe tržišta ugljenom, već samo za industrijska postrojenja, koja su proračunata i izgrađena za tu vrstu goriva, kao što je to slučaj u TE Konjščina. Takav tip i vrstu ugljena ćemo u nastavku nazivati elektranski ugljen.

Prema geologu A. Takšić-u, u konjščinskoj sinklinali ne nalazimo najmlađih pliocenskih taložina (Levantinske stepenice — Paludinski slojevi), iz čega proizlazi, da je veza ove sinklinale sa susjednim područjima Slavonije (i Slovenije) bila prekinuta koncem taloženja Gornjo-Kongerijskih naslaga.

Naime, u širem (geološkom) smislu, konjščinska kotlina ima svoj nastavak prema istoku u ugljenosno područje oko Križevaca, Koprivnice i Bjelovara, a prema jugozapadu u NR Sloveniju sa nalazom ugljena i ugljenokopa u Globokom.

Uslijed geološke lokacije konjščinske ugljenosne kotline između dva gorska masiva i tektonskog djelovanja među njima, došlo je do stanovitih deformacija rubova i uopće kotline, kao na pr. na sjevernom rubu kod Stare Konjščine, pa kod Bukovca, Martinaca i Kaštela, te na južnom rubu kod Vučaka. Na te, sekundarne, deformacije zaključujemo po relativno većem ustrmljenju ugljenih slojeva, a donekle i po relativno ubrzanom procesu karbonizacije, kao na pr. u Vučaku, Selnici, Novom Maretiću i Konjščini Gornjoj. Prema tome potisci između ova dva gorska masiva su djelovali od juga prema sjeveru i od sjevera prema jugu.

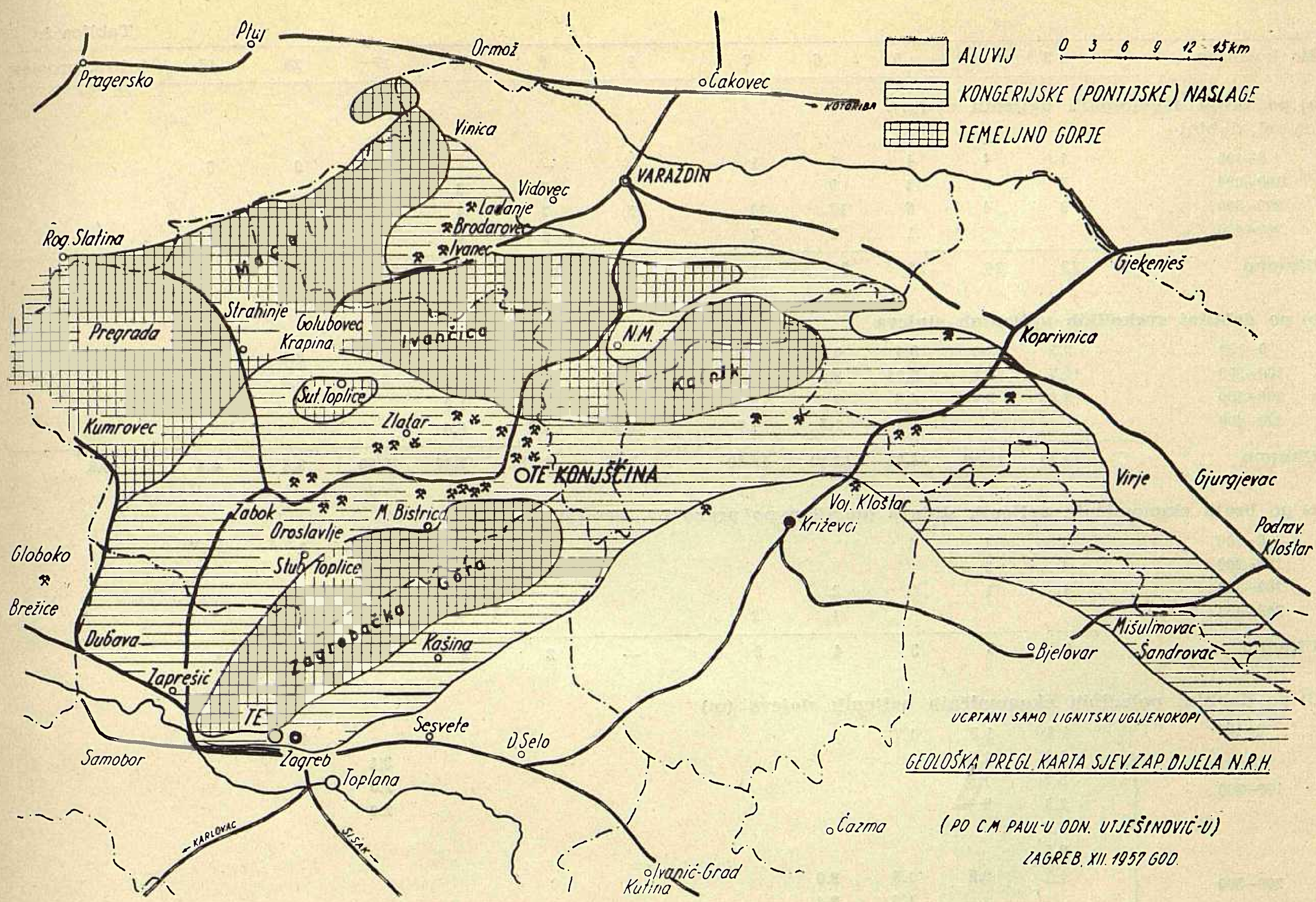
Osim te tektonike primjećujemo i poprečnu deformaciju — fleksuru, koja dolazi u našoj kotlini do izražaja na potezu Zlatar — Marija Bistrica i koja dijeli tu ugljenosnu kotlinu u dva- donekle različita dijela, na istočni i zapadni dio. Ta crta se poklapa sa starim tektonskim lomom od Zagrebačke Gore kod Kašine, pa do loma na zapadnom rubu Ivančice kod Očure. Ove naše pliocenske naslage (i ugljeni slojevi) su osjetile tu (stariju) tektonsku zonu tek kao poprečnu fleksuru — mjestimično povijanje ugljenih slojeva.

Proučavajući pojedine ugljene slojeve u istočnom i u zapadnom dijelu konjščinskog bazena, vidimo stanovite razlike i to kako u pogledu broja razvitih ugljenih slojeva tako i u pogledu njihove pojedinačne debljine, te njihove ukupne debljine. Vjerojatno je ta fleksura uslijedila već ranije, barem djelomično, pa je nastala razlika u razini dna sinklinale i u horizontu taloženja ugljenih slojeva. Prema rezultatima istražnog bušenja za osnivanje ugljenokopnog pogona u Vrbovi, u ovom dijelu ugljenosne kotline završavaju se pojave gornjih ugljenih slojeva, dok se donji takovi slojevi prostiru i nadalje prema istoku.

Konjščinska kotlina je u NRH najveći i relativno najbolje poznati ugljenosni bazen, ali još uvijek nedostaju mnogi podaci i objašnjenja. Dosadanje rudarenje na ovom području se uvijek kretalo samo po rubovima kotline i od izdanaka po pojedinim debljim ekonomičnim ugljenim slojevima u dubinu, po nagibu ugljena na po 300—600 metara, odnosno na vertikalnu relativnu dubinu od oko 100 metara. Veće dubine nisu bile za rudarenje pristupačne zbog sve češćih prodora vodonosno - tekućeg pijeska.

Istražna bušenja su se također kretala samo na rubnim pojasima ovog ugljenosnog bazena, a tek 1954.—1955. godine, na poticaj i uz djelomičnu financijsku pomoć Instituta za elektroprivredu u Zagrebu izbušen je jedan (jedini) poprečni profil sa 14 bušotina na 5 km profila i to od Lipovca do Donje Batine, dakle u istočnom dijelu bazena. (Rezultati tog bušenja su sakupljeni i obrađeni u izvještaju Zavoda za geološka

* Ovaj članak je sastavljen početkom ove godine. Od tada su se neki podaci o perspektivnoj proizvodnji pojedinih ugljenokopa promjenili, pa se na to upozorava. (Opaska pisca.)



Slika 1.

istraživanja, Zagreb, prof. A. Takšić, pod brojem 2479 tamošnjeg Arhiva Rudišta, 15. 4. 1955.).

Teren ugljenosne konjščinske kotline se proteže od Zaboka do Vrbove t. j. na duljinu od 25 km i zaprema daljine i površine, koje su navedene u tablici 1 (u km i km^2).

Tablica 1.

Zapadni dio			Istočni dio		
Duljina	Širina	Površina	Duljina	Širina	Površina
2.00	2.50	5.00	2.00	5.40	10.80
2.00	2.55	5.10	2.00	5.92	11.85
2.00	2.95	5.90	2.00	6.62	13.25
2.00	3.40	6.80	2.00	7.00	14.00
2.00	3.70	7.40	2.00	6.00	12.00
			2.00	3.82	7.65
2.00	4.40	8.80	1.00	2.22	4.45
Ukupno					
12.00	3.25	39.00	13.00	5.69	74.00

Prema tome ukupna površina konjščinske ugljenosne kotline iznosi 113 km^2 i to zapadni dio 39 km^2 odnosno 34,6% i istočni dio 74 km^2 odnosno 65,4%.

Kod bušenja, u istočnom dijelu kotline, utvrđena je maksimalna dubina ugljenih slojeva sa 350 metara, što odgovara prosječnom nagibu ugljenih slojeva od oko 5—6°. Stoga se kod izračunavanja ugljenih rezerva može zanemariti produljenje nagnute linije ugljenih slojeva.

Predmetne istražne bušotine iskazuju nalaz, koji sadrži tablica 2.

Iz iskaza u tablici 2. može se vidjeti da se ugljeni slojevi prema dubini stanjuju, a ekonomični ugljeni slojevi (kod bušotine br. 8) čak prekidaju. Stoga zamisao, da bi se pokušalo na području konjščinske ugljenosne kotline osnovati jedan centralni dubinski ugljenokopni pogon, u koju svrhu su bila izvršena prednja bušenja, ne bi bila ekonomična.

Aritmetički prosjek svih ugljenih sl ojeva iznosi 10,8 m, a isti prosjek ekonomičnih ugljenih slojeva iznosi 5,6 m, t. j. 54% od prosjeka sveukupnih ugljenih slojeva.

Nadalje se iz prednjeg iskaza vidi, da se relativno najveća produktivnost ugljenih slojeva nalazi na krilima odnosno rubovima kotline.

Zapadni dio ugljenosne kotline nije bio do sada nikada totalno poprečno bušen, pa se takav iskaz za taj dio ne bi mogao sastaviti. U pomanjkanju toga, služit ćemo se, zasada, analogijom sa odnosima u istočnom dijelu — uzimajući za bazu utvrđenu eksploatabilnu debljinu ugljenih slojeva, koja ovdje na zapadnom dijelu iznosi 3,3 m. Prema tome se ukupna debljina svih i svekolikih ugljenih slojeva za ovaj dio izračunava sa 5,5 m, a maksimalna dubina ugljenih slojeva do dna ugljene kotline sa 133 m.

Tablica 2.

Br. bušotine	3	4	5	6	7	8	9	10	17	18	16	Aritm. prosjek
a) po broju sveukupnih ugljenih slojeva na rel. dubini												
0—100	2	4	4	1	1	—	—	—	5	6	5	
100—200	7	8	13	9	5	3	5	3	5			
200—300	3	4	6	13	10	5	7	4				
300—400			1	1	7	3	2	4				
Ukupno	**12**	**16**	**24**	**24**	**23**	**11**	**14**	**11**	**10**	**6**	**5**	**14**
b) po debljini svekolikih ugljeninh slojeva												
0—100	2.3	3.0	3.4	0.2	0.3				2.2	3.1	4.4	
100—200	11.7	10.1	5.95	3.9	1.55	8.85	1.25	0.8	8.0	5.4		
200—300	3.15	3.7	4.5	7.2	5.05	4.5	1.82	1.0				
300—400			1.0	1.5	4.7	2.9	3.3	6.0				
Ukupno	**17.15**	**16.80**	**14.85**	**12.80**	**11.60**	**8.25**	**6.37**	**7.80**	**10.20**	**8.5**	**4.4**	**10.8**
c) po broju ekonomičnih ugljenih slojeva (debljine po preko 1.5 metara)												
0—100	1	1	1							1	1	
100—200	4	3							3			
200—300	1	1	2	3								
300—400				1	2		2	2				
Ukupno	**6**	**5**	**3**	**4**	**2**	**—**	**2**	**2**	**3**	**1**	**1**	
d) po debljini pojedinih ekonomičnih ugljenih slojeva (m)												
0—100	1.8	1.5	1.7							4.2	3.0	
100—200	1.8	1.5							3.1			
	3.2	1.5							2.0			
	2.5	2.8							2.0			
	3.2											
200—300	2.5											
		2.5	1.5	2.0								
			1.5	2.4								
				1.5								
300—400				1.5	1.8		1.8	2.5				
					1.5		1.5	2.0				
Ukupno	**15.0**	**9.8**	**4.7**	**7 4**	**3 3**	**—**	**3.3**	**4.5**	**7.1**	**4.2**	**3.0**	**5.6**
e) po ukupnoj debljini ekonomičnih ugljenih slojeva												
0—100	1.8	1.5	1.7								3.0	
100—200	10.7	5.8							7.1	4.2		
200—300	2.5	2.5	3.0	5.9								
300—400				1.5	3.3	—	3.3	4.5				
Ukupno	**15.0**	**9.8**	**4.7**	**7.4**	**3.3**	**—**	**3.3**	**4.5**	**7.1**	**4.2**	**3.0**	**5.6**

Imajući prednje elemente, možemo izračunati rezerve ugljena i to:

Geološke sveukupne rezerve ugljena

	Površina km²	debljina m	Spec. tež.	mln. tona	%
istočni dio	74.0	10.8	1.1	879.12	78.8
zapadni dio	39.0	5,5	1.1	235.95	21.2
Ukupno	**113.0**	**8.89**	**1.1**	**1.115.07**	**100**

Dakle geološke sveukupne rezerve ovog bazena iznose 1.115 milijuna tona ugljena. Kada računamo samo sa ekonomičnim ugljenim slojevima, to dobivamo slijedeće rezerve:

	površina km²	debljina m	Spec. tež.	Rezerve mln. tona	%
istočni dio	74.0	5.6	1.1	455.64	76.2
zapadni dio	39.0	3.3	1.1	141.57	23.8
Ukupno	**113.0**	**4.81**	**1.1**	**597.12**	**100**

Prema tome geološke — ekonomične rezerve ugljena konjščinske kotline iznose svega 597 milijuna tona odnosno 53,5% sveukupnih geoloških rezerva.

Tablica 3.

Bilančne (eskploatabilne) rezerve ugljena

Poduzeće Ugljenokopi Pogon	Klasa istraženosti A	B	C	Ukupno	Opaska
a) do sada (uključivo 1957. g.) realizirane količine ugljena u 1000 tona:					
do 1945.	3,030			3,030	Statistika
1946.—1953	2,130			2,130	Statistika
1954.	344			344	Statistika
1955.	444			444	Statistika
1956.	466			466	Statistika
1957.	474			474	Prognoza
Ukupno	**6,888**			**6,888**	
Eksploatacijski gubici	2,066			2,066	Procjena
Sveukupno a)	**8,954**			**8,954**	**Procjena**

Tablica 3, nastavak

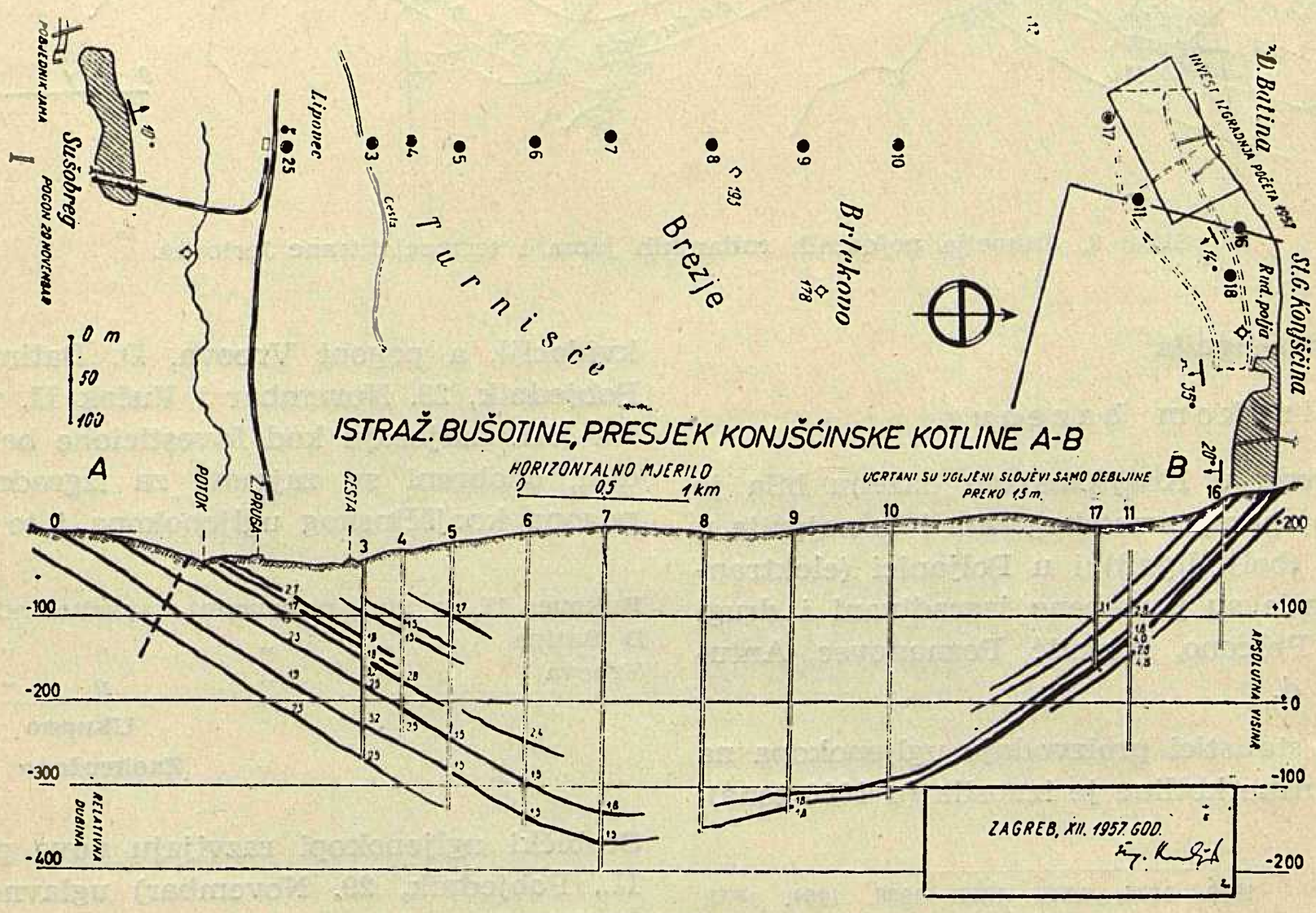
b) utvrđene rezerve na gravitacionim područjima postojećih proizvodnih pogona sa stanjem koncem 1957. godine (prema podacima ugljenokopa):

Poduzeće Ugljenokopi	Pogon	Klasa istraženosti A	B	C	Ukupno	Opaska
Konjščinski	Bukovec	48	1,100	1,227	2,375	u izgr. (XII)
	Martinci	40	106	904	1,050	
	D. Batina	—	3,600	—	3,600	u izgr. (XII)
	G. Konjščina	241	1,398	2,125	3,764	
	N. Maretić	892	5,4 2	3,241	9,585	
	Vrbova	—	28,630	—	28,360	u izgr. (XII)
	D. Konjščina	144	145	156	445	
Ukupno		**1,365**	**40,161**	**7,653**	**49,179**	
Špičkovina i Dubrava		**173**	**450**	**385**	**1,008**	
Stubički	Vučak	28	56	—	84	
	Selnica	3	30	—	33	
	Poljanica	224	500	9,000	9,724	elektranski ugljen
	Pobjednik	153	4,173	20,000	24,326	elektranski ugljen
	29. Novembar	4	2,516	—	2,520	elektranski ugljen
	Šušobreg	960	1,225	26,000	28,185	elektranski ugljen
Ukupno		**1,372**	**8,500**	**55,000**	**64,872**	
Sveukupno b)		**2,910**	**49,111**	**63,038**	**115,059**	
c) još slobodna područja						
	Hum			660	660	
	Bedekovčina			1,650	1,650	
	Mlinarići			2,420	2,420	
	Mrazovec			4,400	4,400	
	St. Maretić			4,400	4,400	u podini
	Jertovec			3,300	3,300	,,
	Šušobreg-istok			6,600	6.600	,,
	Veliškovec			2,200	2,200	
	Sutinsko			1,320	1,320	
Ukupno				**26,950**	**26,950**	
Sveukupne rezerve a, b, c:		**11,864**	**49,111**	**89,988**	**150,963**	

Vanbilančne rezerve sadrže u sebi one slojeve, koji nisu ekonomični za pridobivanje bilo da su u neznatnim debljinama ili prekomjernim dubinama, ili su nedostupni zbog većeg pritoka vode i opasnosti od prodora vodonosnog i tekućeg pijeska, kao i one, koji se nalaze ispod javnih saobraćajnih putova (ceste i željeznice), vodnih tokova, naselja i drugih objekata javnog značaja. Na području Konjščinske kotline — i to upravo uzdužnim smjerom — prolazi normalna željeznička pruga, cesta i potok Krapinica. Osim toga područje je prilično naseljeno i to mnogim seljačkim gospodarstvima. Znatna ugljenosna područja ugrožena su od čestih poplava potoka Krapinice i to naročito u jugoistočnom dijelu te kotline. Regulacija toka potoka Krapinice mogla bi u priličnoj mjeri olakšati ugljenokopima rad na eksploataciji ugljena i dopustiti povećanje dostupnih (bilančnih) reezrva ugljena za, kako se cijeni, 30 do 40 milijuna tona. Postupak regulacije tog potoka je u toku, ali se poslovi odvijaju vrlo sporo.

K o m e r c i j a l n e r e z e r v e ugljena razlikuju se od bilančnih za eksploatacijske gubitke, koji se za ovo područje mogu ocijeniti sa 20%. Prema tome te rezerve za čitavu kotlinu iznose 120,770.000 tona, a sadanje stanje tih rezerva, t. j. po odbitku već do sada realiziranih količina ugljena sa područja Konjščinske kotline u količini od 8,954.000 tona, iznosi *111,816.000 tona.* U tome, po vrstama ugljena ima 45,5% t. zv. elektranskog lignita i 54,5% ostalog lignita.

Rekapitulirajući količine ugljena u Konjščinskoj kotlini vidimo da iznose:



Slika 2.

Prema tome, bivše i postojeće bilančne rezerve ugljena Konjščinske kotline iznose 150,963.000 tona, a vanbilančne rezerve 964,107.000 tona t. j. tek 25,2% od ekonomičnih geoloških rezerva. Taj odnos kod rezerva ugljena u FNRJ iznosi 76,5%, pa se iz toga vidi nepovoljan odnos u Konjščinskoj kotlini.

sveukupne geološke rezerve	1,115.070.000 tona
ekonomične geološke rezerve	597.210.000 ,,
izvanbilančne ukupne rezerve ugljena	964.107.000 tona
bilančne rezerve čitave kotline	150.963.000 tona
bilančne rezerve t. zv. elektranskog lignita	68.835.000 ,,
bilančne rezerve ostalog lignita	82.128.000 ,,

komercijalne rezerve čitave kotline	120.770.000 tona
komercijalne rezerve t. zv. elektranskog lignita	55.068.000 ,,
komercijalne rezerve ostalog lignita	65.702.000 ,,
današnje stanje komercijalnih rezerva	111.816.000 ,,

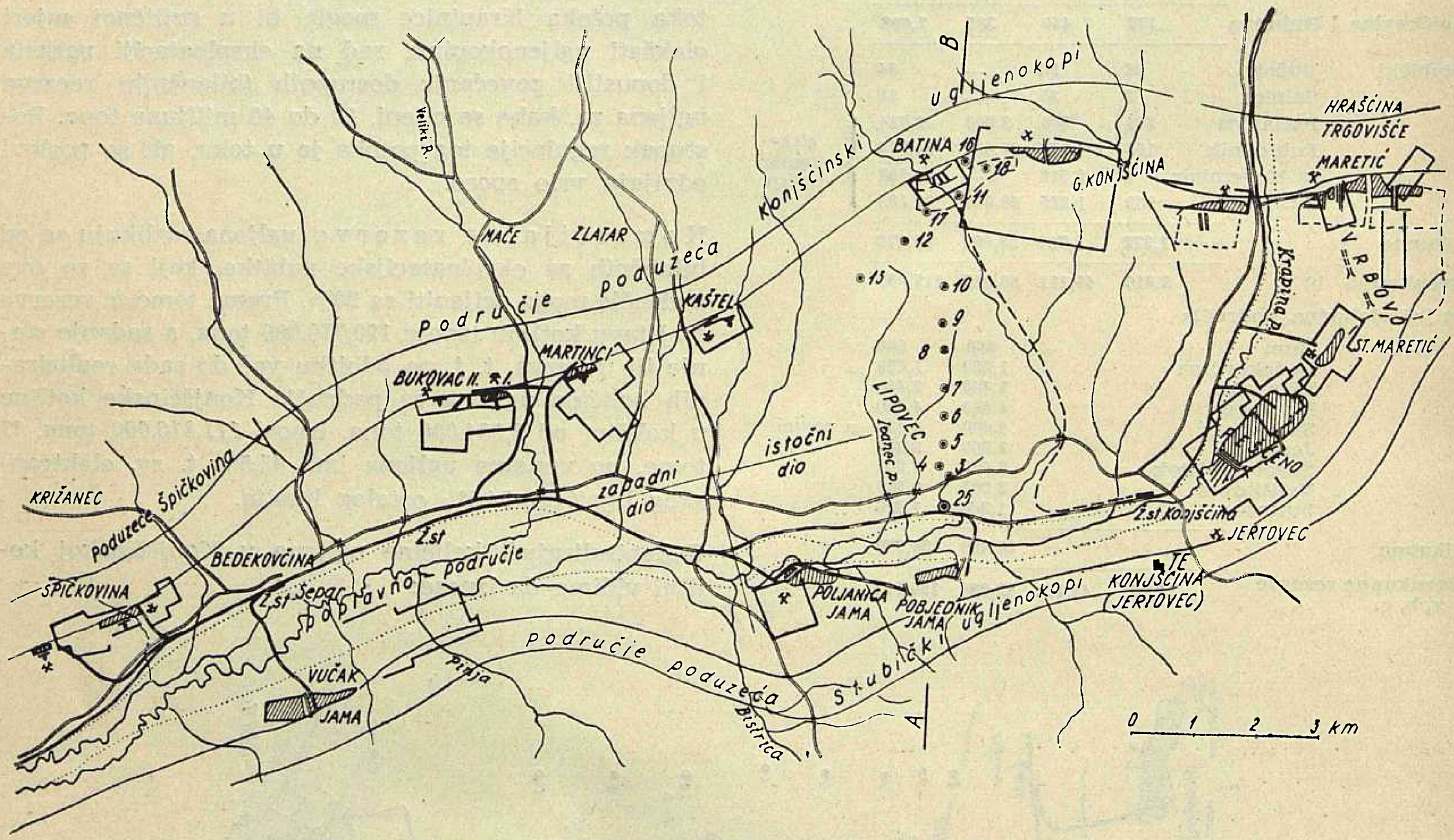
Prednje bilančne rezerve izračunate su na bazi dosadanjih iskustava rudarenja u bazenu, ali sa eventualnim napretkom tehnike u budućnosti, sada važeće granice rudarenja mogle bi se proširiti i produbiti, a u tom slučaju bilančne rezerve bi postale relativno veće.

Iz prednjeg prikaza vidi se razvoj proizvodnje ugljena u Konjščinskoj kotlini od prije rata do sada.

Sada postojeći proizvodni kapacitet ugljenokopa na području Konjščinske kotline iznosi:

elektranskog lignita . .	200.000 tona
ostalog lignita . . .	360.000 tona
dakle ukupno . . .	560.000 tona

Kod toga su pogoni Konjščina Donja, Martinci, Vučak I., Špičkovina I., Poljanica I. i Bukovac I. u likvidaciji, a pogoni Vrbova, D. Batina, Bukovec II., Pobjednik, 29. Novembar i Vučak II. u izgradnji.



Slika 3. Situacija pojedinih rudarskih jama i termoelektrane Jertovec.

Proizvodnja ugljena-lignita

a) u Konjščinskom bazenu

Proizvodnja ugljena u Konjščinskom bazenu bila je započela pod kraj prvog svjetskog rata i to najprije u Staroj Konjščini (bolji lignit) i u Poljanici (elektranski ugljen). Kasnije su postepeno izgrađivani i drugi ugljenokopi kao Pešćeno, Maretić, Poznanovec, Antunovo, Vučak i t. d.

Prema službenoj statistici proizvodnja ugljenokopa na području Konjščinske kotline je iznosila (u 1000 tona):

Ugljenokop	1932.	1934.	1935.	1937.	1938.	1954.	1957.
Konjšćina	28,6	26,0	19,9			331,7	445,0
Maretić	1,5	1,4	2,1				
Poznanovec	0,5	7,4	5,8	2,8			
Špičkovina						12,4	30,0
Sutinsko	5,5						
Bedekovčina		1,0			11,0		
Pešćeno		38,4	39,9	23,8	6,1		
Poljanica	vidi Konjšćina			2,9			
Ukupno	**36,1**	**75,9**	**67,7**	**29,5**	**17,1**	**344,1**	**475,0**

Na XII. natječaju kod Investicione banke u 1956. godini, odobreni su zajmovi za izgradnju proizvodnih pogona konjščinskog ugljenokopa i to za pogone:

Bukovec II.	za puni proizvodni kapacitet	od	113.400	tona	god.
D Batina	,, ,, ,,	,,	150.000	,,	,,
Vrbova	,, ,, ,,	,,	330.000	,,	,,
		Ukupno	**593.400**	**tona**	**god.**
		Zaokruženo	**600.000**	**tona**	**god.**

Stubički ugljenokopi razvijaju nove pogone (Vučak II., Pobjednik, 29. Novembar) uglavnom iz vlastitih sredstava.

Za perspektivni razvoj proizvodnje ugljena u konjščinskom bazenu postoje dovoljne količine utvrđnih ugljenih reezrva i postoje odobreni investicioni zajmovi za izgradnju modernijih i bolje mehaniziranih ugljenokopa sa boljom prozvodnosti rada. Prema tome se može perspektivna proizvodnja ovih ugljenokopa kalkulirati (u 1000 tona):

Ugljenokopi i ugljen	1957. ostvareno	1957. kapacitet	Plan 1958.	Izgradnja	Plan 1962.	Indeks 1962/58.
Konjščinski elektranski lignit i	—	—	—	—	—	—
ostali lignit	300	300	300	570	870	290
Stubički elektranski lignit	120	200	200	60	260	125
ostali lignit	30	30			30	100
Špičkovina elektranski lignit	—	—	—	—	—	—
ostali lignit	20	30	30	10	40	125
Ukupno: elektranski lignit	120	200	200	60	260	100
ostali lignit	350	360	330	580	940	280
Sveukupno:	470	560	530	640	1200	220

Prednji perspektivni razvoj proizvodnje ugljenokopa je financijski osiguran, osim za Stubičke ugljenokope, za opremu u jamskom transportu.

Opskrba i osiguranje gorivom — lignitom

a) TE Konjščina

Već godine 1924. kada se vidjelo, da lignit, ovdje nazvan »elektranski«, iz rudnika u Poljanici često puta zapinje u plasmanu zbog svoje malokalorične ogrjevne moći, bilo je zamišljeno, da se kraj tog rudnika sagradi termoelektrana sa postrojenjima, podesnim za korištenje ovog ugljena. Već onda se zamišljalo, da bi ta termoelektrana ojačala i s vremenom zamijenila postojeću TE Zagreb I.

Međutim, financijske prilike grada Zagreba i bivše Prve hrvatske štedionice, nisu dopuštale takovu izgradnju termoelektrane. Ta ideja prihvaćena je konačno tek 1948., a u cijelosti je realizirana u 1957./1958. kao TE Konjščina odnosno Jertovec.

Investicioni programi izgradnje ove TE predviđali su »korišćenje otpadnih vrsta zagorskih lignita, koji se inače za drugu svrhu ne mogu upotrebiti«. Postrojenja za ovu TE su dimenzionirana i podešena za upotrebu rovnog i sitnog sortimenta lignita — sa oko 1800 ogrjevnih kalorija/kg. Potreba ugljena je bila predviđena sa 350.000 tona godišnje, a vijek trajanja termoelektrane sa 60 godina.

Uporedo sa izgradnjom TE Konjščina, konjščinski su ugljenokopi zasnovali i započeli investicionu izgradnju ugljenokopnih pogona, na temelju koje se može predviđati slijedeći razvoj proizvodnje ugljena na tom području (u 1000 tona):

proizvodnja	1958.	1962.	Indeks 1962/58
elektronskog lignita	200	260	125
ostalog lignita	380	940	280
Ukupno	580	1200	220

Kod planiranja investicionih programa za razvoj proizvodnje ugljena imalo se u vidu da TE treba opskrbljivati:

1. cjelokupnom proizvodnjom t. zv. elektranskog ugljena i
2. povrh toga, što jeftinijim sortimanima lignita, prvenstveno iz ugljenokopa na području Konjščinske kotline.

Stoga, i s obzirom na gore prikazanu perspektivu proizvodnje ugljenokopa Konjščinskog bazena, za TE Konjščina će se moći koristiti:

100% prizvodnje ugljena t. zv. elektranskog lignita i oko 30% proizvodnje ostalog lignita u sortimanima 0—40 mm.

Prema tome moglo bi se, *iz ugljenokopa na području Konjščinske kotline*, računati sa isporukama ugljena za TE Konjščina i to (u 1000 tona):

	1958	1962	Indeks 1962/58
elektronskog lignita	200	260	125
ostalog lignita 0—40	100	280	280
Ukupno	300	540	182
Potrebe TE Konjščina	350	350	
višak		190	
manjak	50		

Perspektivno mogu biti predviđene potrebe termoelektrane na ugljenu osigurane na pretek, dok bi se u 1958. godini iskazani manjak mogao namiriti iz Stubičkih ugljenokopa, ako bi im bila pružena pomoć u opremi kod razvoja proizvodnih kapaciteta »elektranskog lignita«, ili isporukama sitnog sortimana lignita iz drugih ugljenokopa na sjevero-zapadnom dijelu NRH. Višak ugljena iz ugljenokopa na području Konjščinskog bazena, u 1962. godini, moći će biti upotrebljen za opskrbu Toplane Zagreb II.

b) TE (Toplana) Zagreb II

Prema investicionom programu Toplane u Zagrebu, za nju (I. etapa) zapravo ne će uopće trebati ništa više ugljena, nego što se već i sada troši u TE Zagreb I. i u industrijskim poduzećima i većim zgradama u jugoistočnom dijelu grada.

Jedino, postoji problem odnosno zadatak, da se ta potrošnja ugljena racionalizira i to da se do sada na tom području trošeni mrki ugljen (i mazut) zamijeni lignitom, po mogućnosti sitnog sortimana. Konkretno, racionalno bi bilo sa 350.000 tona godišnje zamjeniti u Toplani dosadanju potrošnju 230.000 tona mrkog ugljena godišnje. Za prvu etapu trebat će sveukupno oko 500.000 t lignita.

Promatrajući proizvodnju ugljena i perspektivni razvoj iste iz sjeverno-hrvatskih ugljenokopa izvan Konjščinske kotline, vidimo slijedeću bilancu (u 1000 tona):

	1962
Proizvodnja lignita	900
Od toga 33% za Toplanu	300
Višak sitnog lignita iz Konjščinskog bazena	190
Ukupno raspoloživo za Toplanu	490

Prema tome opskrba Toplane odnosno racionalizacija vrsta ugljena za Toplanu može biti redovno, po planu, izvršena iz lokalnih ugljenokopa.

Kvalitet i isporuke lignita za termoelektrane

Kvaliteti isporučivanog ugljena za TE Konjščina, a naročito »elektranskog«, sa strane Stubičkih ugljenokopa, bilo je do sada stanovitih prigovora i primjedaba.

Proučavajući te činjenice, dolazi se do mišljenja, da je do tih prigovora dolazilo zbog stanovite neusklađenosti kako sa strane TE, tako i ugljenokopa, a da su to početne bolesti, koje se pojavljuju skoro kod svakog još neuhodanog posla.

Dosadašnje poslovanje TE Konjščina 14,8 MW je bilo prilično nestalno.

S druge strane, Stubički ugljenokopi su se često puta nalazili u poteškoćama zbog čestih promjena dispozicija za isporuke ugljena za TE, toliko čestih i u tolikim varijacijama, da ih ugljenokopni pogon nije mogao slijediti. Stoga je dolazilo do uskladištavanja i konačno smanjivanja proizvodnje ugljena. Oba postupka povlače za sobom troškove, koji mogu biti i veći od normalnog stepena ekonomičnosti poslovanja ugljenokopa i to tim više, što se radi o ugljenu »elektranskom« sa kojim ugljenokop ne može izaći na tržište ugljenom, a varijacije su obuhvaćale količinu od 80 do 90% čitave proizvodnje tog ugljenokopa.

Osim toga ugljenokop je nedavno uveo efikasniju i dinamičniju metodu otkopavanja ugljena koja, kao i ostale modernije (mehanizirane) metode, nije toliko selektivna, kao stare — ručne metode. Ukratko, uslijed prednjih okolnosti moglo je doći do podbacivanja kvalitete (i količine) ugljena za TE, kao i do podbacivanja ekonomičnosti kod ugljenokopa samo s tom razlikom, što TE za vrijeme defekta ili mirovanja prima od svoje Zajednice pokriće nastalih troškova, a ugljenokop takovih naknada ne prima ni od koga. Povremeno je TE priznavala i nadoknađivala ugljenokopu troškove za manipulaciju uskladištenja ugljena i za gubitak ugljena na težini, uslijed sušenja na zraku. U međuvremenu je ugljenokop pokušao da se spašava pomoću zajmova odnosnno predujmova od Savezne uprave za materijalne rezerve, ali time nije obuhvaćen gubitak ugljena na lageru, a osim toga, na te predujmove je morao plaćati kamate, pa se ovaj put ne bi mogao smatrati redovnim i racionalnim poslovanjem, osim u rijetko iznimnom slučaju.

Možemo se nadati, da u buduće ne će više biti tolikih iznenađenja i oscilacija u dispozicijama za isporuke ugljena za TE, a poželjno bi bilo, da se barem t. zv. »elektranski lignit« naručuje za cijelu iduću godinu i to već u pola tekuće godine, a da se za bazu kupoprodajne cijene ugljena uzima ogrjevna jedinica ugljena, dok bi se za slučajno nužno uskladištavanje kod ugljenokopa, dogovorilo stanovitu naknadu.

Za uzvrat će ugljenokop moći da se više posveti problemu čistoće odnosno ogrjevne moći ugljena.

Takove neusklađenosti se moglo već i prije pretpostavljati, pa sam stoga još godine 1954. predlagao, *da bi najpovoljnije bilo, da se TE Konjščina i ugljenokopni pogoni »elektranskog ugljena«, spoje u jedan kombinat.*

Kvalitativno, ugljenokopi Konjščinskog bazena mogli bi isporučivati ugljen bilo »elektranski«, bilo sortiran 0—40 mm sa ogrjevnom moći prema Tehničkom cjenovniku iz 1951., ako budu pazili na čistoću ugljena u svim fazama tehnološkog procesa proizvodnje. U pogledu kupoprodajnih cijena ugljena nastupile su djelomično stanovite razlike i to na bazi odluka Saveznog ureda za cijene, koje su objelodanjene u *Službenom listu FNRJ* broj 33 i 39 iz 1956. godine i 13 i 19 iz 1957. godine.

Investicioni programi izgradnje TE Konjščina (iz 1953.) su predviđali nabavnu cijenu za rovni, sada zvan »elektranski« ugljen po 1700—1950 Din/t, a klasirani ugljen - lignit, sortimana 0—80 mm po 1080 do 1166 Din/t.

Stubički ugljenokopi, koji isporučuju t. zv. »elektranski ugljen« i sada su voljni da isporučuju Termoelektrani taj ugljen po cijeni od 1950 dinara i to dapače drobljen na 100 mm, a vjerujem da bi se kod njih mogla postići i niža cijena ako bi im se zajamčila stalna godišnja isporuka u količinama od 200.000 tona ili više.

Cijene za klasirani ugljen 0—40 mm, kojeg isporučuju Konjščinski ugljenokopi, je povišena odlukama Saveznog ureda za cijene na oko 1550 dinara po toni. Prema tome odstupanja u kupoprodajnim cijenama ugljena nisu mnogo značajna za strukturu cijene koštanja elektroenergije, a u vezi su i u skladu sa općom jugoslavenskom politikom cijena.

Rekapitulirajući problem opskrbe TE Konjščina sa ugljenom, možemo konstatirati da:

1. utvrđene i poznate komercijalne rezerve ugljena na području Konjščinske kotline osiguravaju opskrbu Termoelektrane za višestruki racionalni vijek trajanja odnosno deklasiranja te Termoelektrane,

2. perspektivni razvoj proizvodnje ugljenokopa na području sjevero-zapadne Hrvatske, koji je u toku i financijski je osiguran, osigurava dovoljne, predviđene, količine ugljena u predviđenim sortimanima za TE Konjščina i TE Zagreb.

3. kvalitet ugljena iz ugljenokopa na području sjevero-zapadne Hrvatske može odgovarati pretpostavkama, na kojima se pristupilo izgradnji TE Konjščina i Toplane Zagreb.

Prema tome, može se smatrati, da su svi osnovni uvjeti navedeni u programima investicione izgradnje TE Konjščina i Toplane Zagreb bili realno predloženi i ocijenjeni, čak i za dulji vijek trajanja odnosno deklasiranja istih.

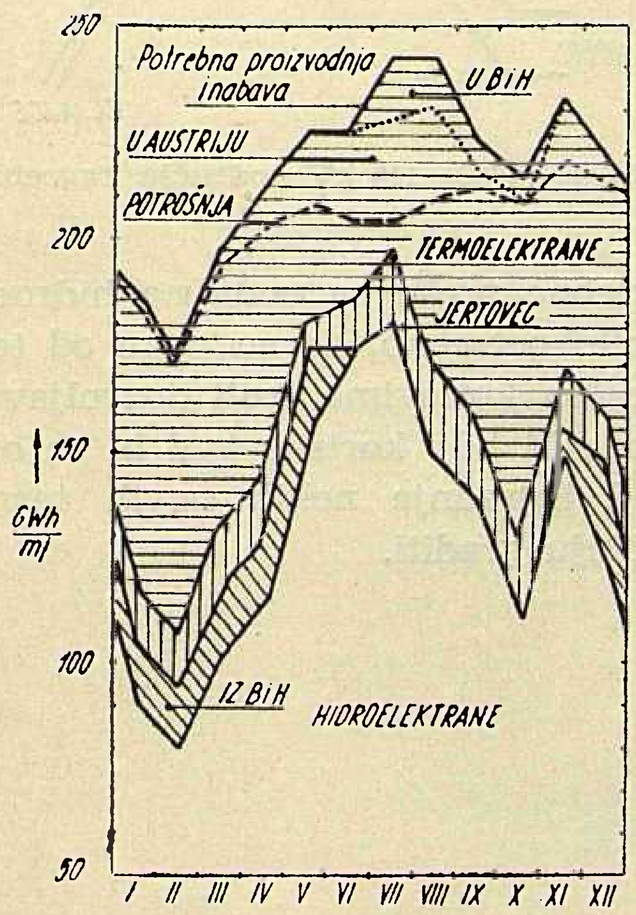
Sa ostalim dijelom svoje proizvodnje ugljenokopi u Konjščinskom bazenu će izaći na tržište, a postoje još kombinacije za razne racionalizacije kako u proizvodnom procesu, tako i u upotrebi njihovog proizvoda. Ti problemi se nalaze na proučavanju kod Zavoda za privredno planiranje NRH i kod Konjščinskih ugljenokopa. Naime, postoje još daljnje mogućnosti mehanizacije tih ugljenokopa, kao i eventualna primjena sušenja, švelovanja, isplinjavanja i drugo, što će vjerojatno unaprijediti njihov proces proizvodnje i stvoriti mogućnost za povišenje efikasnosti upotrebe predmetnog lignita.

ENERGETSKA ULOGA TERMOELEKTRANE JERTOVEC

Ing. Milan Šodan, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb 621.311.22:620.91

Uloga ove termoelektrane je u dopuni povezanog elektroenergetskog sistema Jugoslavije i u proizvodnji osnovne energije u konzumnom području sjeverozapadne Hrvatske koje gravitira Zagrebu. Važna je uloga ove elektrane kao potporne točke 110 kV sistema oko Zagreba. Sistem oko Zagreba ima opterećenje 115 MW pa ova elektrana sa svojih 40 MW znatno doprinosi sigurnosti opskrbe Zagreba i održavanju stabiliteta sistema.

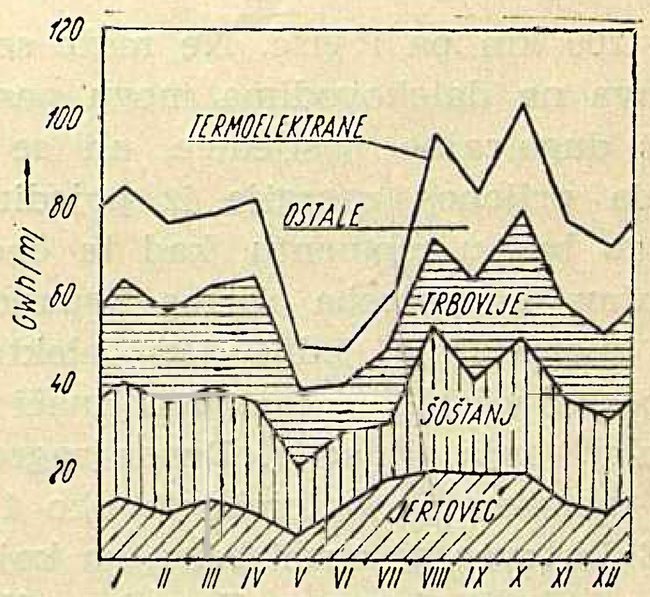
Još do nedavna bi se mogli ograničiti na analizu t. zv. Zapadnog sistema i promatrati TE Jertovec kao jednu od važnijih termoelektrana tog sistema. Povezivanjem sa ostalom mrežom Jugoslavije Zapadni sistem je u izvjesnoj mjeri nadopunjen tako, da pojedine njegove karakteristike donekle prestaju da dolaze do izražaja, a pojedine elektrane iz tog sistema naročito termoelektrane dobivaju nova mjesta u konzumnom okviru. U prvom redu pomanjkanje zimske energije u Zapadnom sistemu je dosta ublaženo, s druge strane viškovi energije u kasnom proljeću i ranom ljetu predstavljaju energiju za nadopunu drugih područja. Za razliku od prijašnjih godina, termoelektrane najviše proizvode u mjesecima kasnog ljeta i rane jeseni. Kao približna ilustracija neka posluži sl. 1 na kojoj je prikazana proizvodnja, potražnja i razmjena električne energije Zapadnog sistema za 1958. i to onako, kako je to predviđeno u elektroenergetskoj bilanci plana za godinu 1958. Ovakva situacija se odražava i na režim rada TE Jertovec koja predstavlja odprilike 20% kapaciteta termičkih izvora električne energije u Zapadnom sistemu, udruženih u elektroprivredi (Sl. 2.). U daljnjih nekoliko godina treba ipak očekivati zastoj u izravnanju Zapadnog sistema, jer će on iz godine u godinu rasti, a kapacitet spojnog voda ostati isti.



Sl. 1. Plan proizvodnje, potrošnje i razmjene Zapadnog sistema u 1958. g.

Iza toga, nakon stupanja u pogon mreže 220 kV treba očekivati još jače izravnanje tako, da će režim rada svih termoelektrana u Jugoslaviji postajati sve sličniji i služiti nadopuni — uglavnom — ljetnog i jesenskog manjka, a samo u manjoj mjeri povremenih zimskih manjkova. Takva sudbina očekuje i TE Jertovec, kao elektranu na rudniku, sa relativno jeftinom proizvodnjom. Može se ukratko reći da će se i TE Jertovac, kao i ostale veće termoelektrane u Zapadnom sistemu, u 1958. i 1959. približavati režimu rada ostalih termoelektrana u Jugoslaviji.

Prednje izlaganje treba smatrati samo općenitim, jer će kod pojedinih termoelektrana, zbog njihovog položaja u sistemu, ipak doći do povremenih i djelomičnih odstupanja od općeg režima rada termoelektrana. Stoga ćemo nešto reći o tim specifičnim uslovima, koji bi mogli povremeno utjecati na rad TE Jertovec. U prvom redu treba razmotriti geografski i konzumni položaj ove termoelektrane u užem području. Poznato je, da je područje Zagreba, u kojem se i nalazi TE Jertovec, godinama oskudijevalo na električnoj energiji. To je i bio svojevremeno povod, da se gradi ova elektrana.



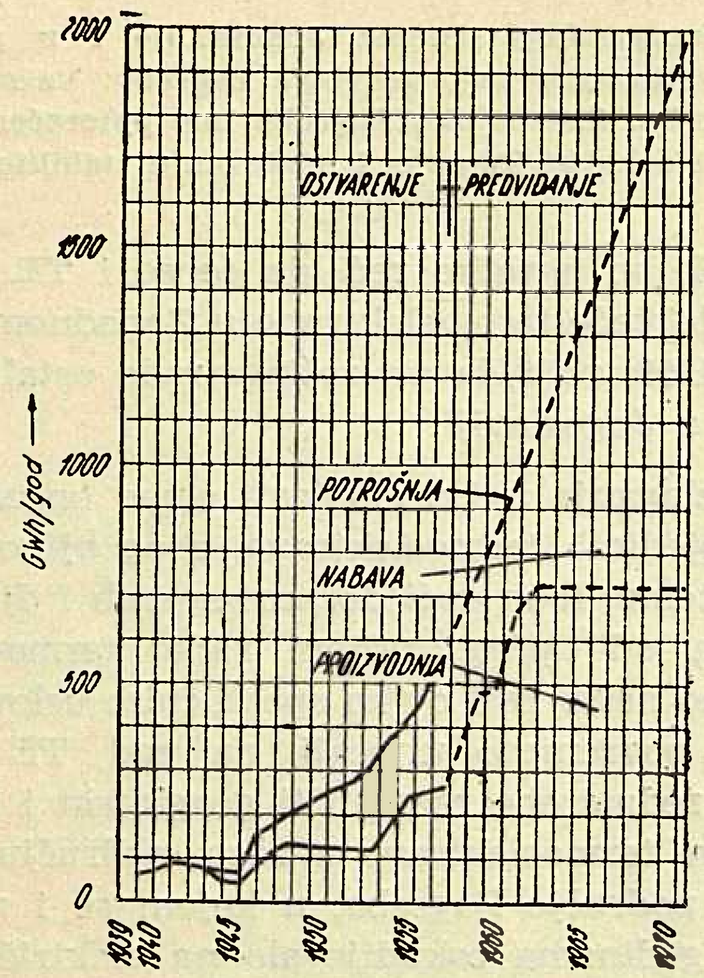
Sl. 2. Plan proizvodnje termoelektrana Zapadnog sistema u 1958. g.

Termoelektrana Jertovec u ovako deficitnom području nadomak samog Zagreba ima sigurno energetskih prednosti pred drugim termoelektranama slične ekonomičnosti. Stepen deficitarnosti ovog područja u prošlosti, a i u budućnosti vidi se iz sl. 3., gdje je prikazan razvoj potrošnje proizvodnje i nabave električne energije zagrebačkog područja. Nabava energije iz drugih područja iznosi preko 50%.

Ako još imamo u vidu solidan smještaj termoelektrane Jertovec u mreži 110 kV zagrebačkog područja, što se vidi iz sl. 4., moći ćemo uvidjeti neke specifične karakteristike ove elektrane u odnosu na područje, u kome se nalazi.

Zagreb je postao vrlo važno čvorište 110 kV mreže zahvaljujući koncentraciji vrlo velike potrošnje električne energije i izgradnji dalekovoda sa raznih strana u cilju privremenog rješavanja manjka električne energije. Preko područja Zagreba već sada se prenosi, a prenosit će se i u budućnosti, električna energija u jednom i u drugom smjeru. Štoviše, izgradnjom dalekovoda Varaždin — Söjtör, preko ovog područja će se

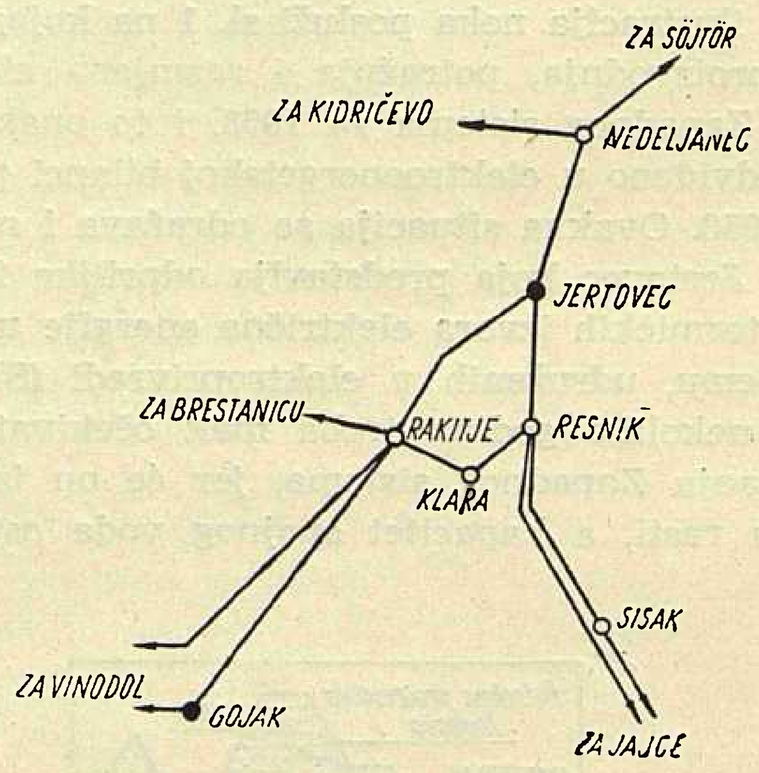
kretati i energija za međudržavnu razmjenu sa Mađarskom. Izvori električne energije, iz kojih se energija prenosi u Zagreb i okolinu prilično su udaljeni,



Sl. 3. Razvoj potrošnje, proizvodnje i nabave el. energije područja Zagreb.

od 100 do 200 km pa i više. Ne može se tvrditi da zbog kvarova na dalekovodima mogu nastupiti katastrofalne i dugotrajne posljedice, ali se ipak može očekivati da prijenos energije iz pojedinih pravaca izostane i to baš u momentu, kad ta energija predstavlja znatan dio potreba cijelog Zapadnog sistema. U takvim momentima jedna termoelektrana od 40 MW u neposrednoj blizini konzuma znači znatnu mogućnost ublaživanja situacije. Danas zagrebačko područje ima maksimalno opterećenje oko 115 MW, pa 40 MW TE Jertovec ne znači bazu, na koju bi se mogao sigurno osloniti konzum Zagreba, ali ipak može da znatno ublaži posljedice izostanka energije iz jednog od pravaca. Uloga termoelektrane Jertovec ne prestaje ni onda, kad je prijenos iz svih pravaca osiguran, jer ona često u znatnoj mjeri omogućava puno iskorištenje kapaciteta prijenosa pojedinih dalekovoda. Tako je u ožujku ove godine kod prijenosa do 100 MW iz sistema BiH, TE Jertovec maksimalnom proizvodnjom jalove energije, uz istovremenu minimalnu proizvodnju radne energije, osigurala zadovoljavajuće naponske prilike u zagrebačkom području. Tih dana proizvodnja jalove energije sa dvije mašine kretala se je oko 400.000 kVAr dnevno. Ovakvu i sličnu ulogu termoelektrane Jertovec treba očekivati i u budućnosti za slučaj prijenosa energije u bilo kojem od tri pravca: Slovenije, Mađarske i Bosne. Potrebe zagrebačkog područja za jalovom snagom se kreću do 55 MVAr, tako da se za sada dobar dio tih potreba može proizvesti na licu mjesta u TE Jertovec i staroj TE Zagreb.

Iz prednjeg slijedi, da će se TE Jertovec veoma rijetko potpuno obustavljati i da će morati gotovo neprekidno biti u pogonu, — naravno, — sa jednim dijelom mašina, pa i u najvlažnijim periodima godine. U prilog toga ide i proizvodnja vršne energije na mjestu potrošnje i naročito u vlažnim periodima, kad pojedine elektrane ostaju u pogonu samo radi vršne energije. Nažalost sposobnosti TE Jertovec u tom pogledu su slabe, jer joj je tehnički minimum dosta visok (oko 45%) kao uostalom kod većine naših novih termoelektrana. Zbog toga se često dešava, da se



Sl. 4. Mreža 110 kV područja Zagreba.

noću nepotrebno prelijeva voda na hidroelektranama, što ne bi bilo potrebno, da su neke od termoelektrana izgrađene sa kotlovima, koji dozvoljavaju niži minimum. Stoga bi bilo korisno kad bi se ova činjenica uvažila kod izgradnje nekih novih termoelektrana, koje se počinju graditi.

INVESTICIONI TROŠKOVI TERMOELEKTRANE JERTOVEC

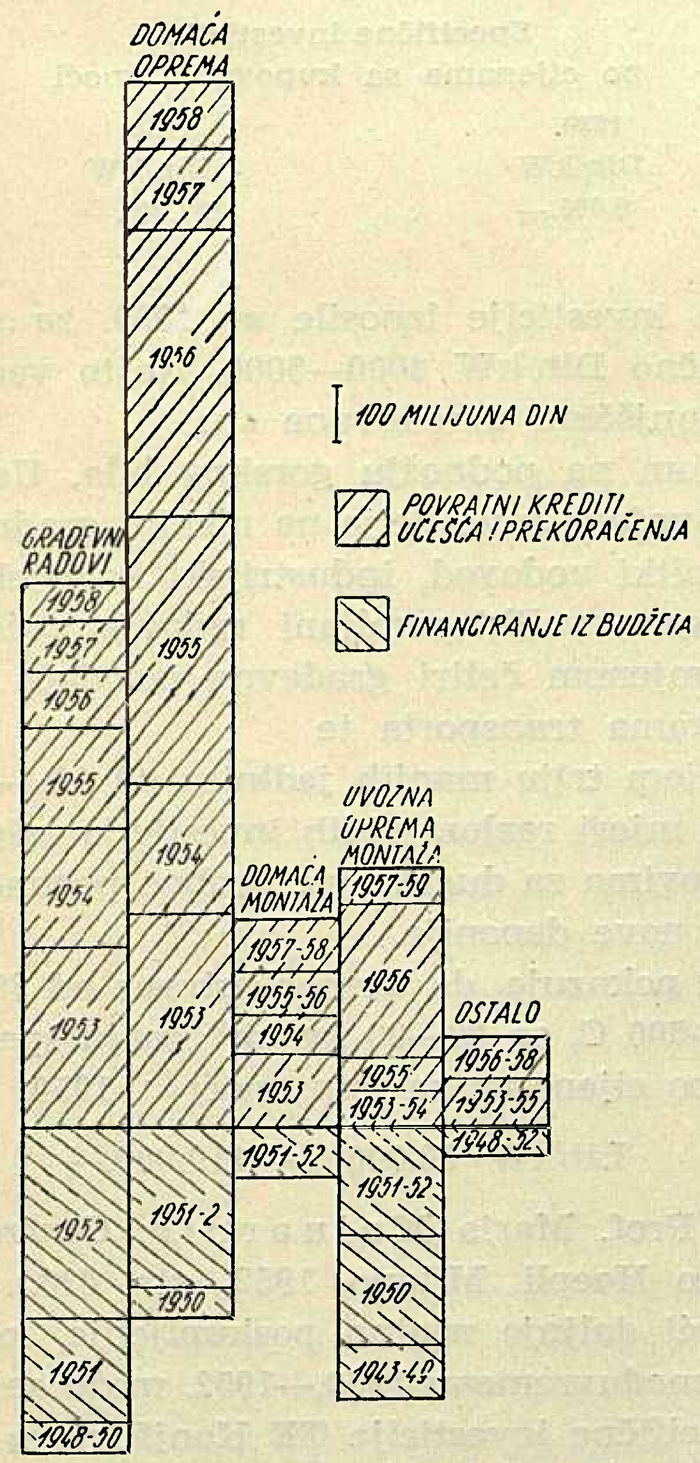
Ing. Radoslav Planić, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb **621.311.22:658.14**

Desetgodišnje ulaganje svedeno je na kupovnu moć 1952. Dobivene specifične investicije iznose 137.300 Din kW. Odstupanje od predviđanja po investicionom programu iznosi 1,96%. Investicije elektrane uspoređene su sa objavljenim troškovima ulaganja u svijetu.

Uz prekide i poznate poteškoće za normalnu izvedbu, izgradnja ove termoelektrane trajala je od g. 1948.—1958. Izvan ovog razdoblja, za elektranu je vršena nabava opreme g. 1943., dok će iduće godine biti potrebno isplatiti preostale tečajne razlike i kamate.

Dijagram prikazuje tok ulaganja u TE Konjščina po tekućim cijenama (u apsolutnim iznosima).

Tomu postupku pristupljeno je iz razloga, što se zajmovne obveze odnosno anuiteti utvrđuju prema izvršenim isplatama apsolutnih iznosa.



Dijagram ulaganja u TE Jertovec, po tekućim cijenama.

Uspoređujući visinu obveze vraćanja kredita sa investicionom svotom po cijenama sa kupovnom moći g. 1952. izlazi da:

71,5% investicione svote treba vratiti, a ostatak od 28,5% investicione svote ne podleži vraćanju (financiranje iz budžeta, učešće investitora, prekoračenje). Usprkos miješanog vrednosnog sastava, dijagram ulaganja istodobno daje uvid u odnose pojedinih faktora izvedbe.

Da bi dakle bilo moguće ocijeniti intenzitet ovog desetgodišnjeg ulaganja, potrebno je svesti troškove na kupovnu moć određene godine, dajući relativno točne veličine. Za tu svrhu je prikladna g. 1952., kada su bile u potpunosti uvedene nove privredne mjere i ekonomske cijene.

Faktori pretvorbe identični su s onima, po kojima je procijenjeno ulaganje u elektroprivredu (vidi *Razvoj elektroprivrede Jugoslavije 1945.—1955.*, Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, Beograd 1957, str. 113. do 115).

Predviđanja odobrenog investicionog programa

Investiciona svota. Po cijenama sa kupovnom moći *g. 1953. investiciona svota bila je predviđena*

za 1 agregat 14,8 MW	10^3 Din 2.906,200
za 3 agregata, 39,8 MW	10^3 Din 5.376,200

Po cijenama sa kupovnom moći *g. 1939.* investiciona svota bila je predviđena

za 3 agregata, 39,8 MW	10^3 Din 239,549,

što predstavlja specifične investicije

Din/kW 5.985.— iz g. 1939.

Usporedba investicione svote po programu, sa efektivnim utroškima izgradnje, po cijenama sa kup. moći g. 1952. (u hiljadama dinara)

	Građevni radovi	Oprema i montaža	Studije, istraživanja i ostalo	Ukupno
Po programu izgradnje odobrenom 2. X. 1953.	1,645.006	3,611.717	119.477	5,376.200
Stvarni utrošci u razdoblju 1943.—1959.	1,736.112	3,474.391	271.433	5,481.936
	+ 91.106	— 137.326	+151.956	+105.736
Odstupanje od predviđanja				1,96%

Rekonstruiranje strukture investicione svote TE Konjščina po faktorima izgradnje

	Po cijenama 1939., 10^6 Din	%	Po cijenama 1952., 10^6 Din	%
Domaća oprema	1.845,8	33,63	71,0	28,94
Montaža domaća	348,5	6,37	18,8	7,67
Građevni radovi	1.767,8	32,23	95,5	38,93
Uvozna oprema i montaža	1.268,8	23,17	46,5	18,94
Ostalo	251,0	4,60	13,5	5,52
	5.481,9		245,3	

Prikaz novonabavne vrijednosti objekta po cijenama g. 1957.—8. je ostavljen po strani. Kotlovi i turboagregati za proširenje 2 x 12,5 MW bili su pogođeni g. 1953.—4. i po tim uvjetima plaćeni obroci do završetka objekta, bez povišenja cijene.

Budući da ovi uređaji predstavljaju gotovo polovicu ukupne investicione svote, prikaz po pretpostavljenim cijenama 1957. — bez poznavanja stvarne visine

pogodbe danas — ne bi pružio vjernu sliku, i stvorio bi zabunu pri korištenju podatka.

Osvrtom na strukturu cijene g. 1939. primjećuje se veliki udio građevnih radova od 38,938%. Normalno oni su iznašali 12 do 25% od ukupnih investicija za termoelektrane. Uzroci poremećaja iskazani su pri prikazu specifičnih investicija.

Rekapitulacija utroška u izgradnju TE Konjščina, po cijenama sa kupovnom moći g. 1952, u hiljadama din.

Po godinama	1943.	1948.	1949.	1950.	1951.	1952.	1953.	1954.	1955.	1956.	1957.	1958.	1959.	Ukupno	%
Građevni radovi i ostalo		34,807	22,259	133,557	619,418	396,871	275,681	169,384	138,419	89,486	71,598	56,065		2.007,545	36,6
Oprema i montaža	438,000		519,772	73,849	25,544	365,570	670,360	232,080	358,273	512,397	121,375	151,561	5,610	3.474,391	63,4
	438,000	34,807	541,031	207,406	644,962	762,441	946,041	401,464	496,692	601,883	192,973	207,626	5,610	5.481,936	
Intenzitet investicija po godinama	8,0%	0,60%	10,08%	3,75%	11,75%	13,90%	17,25%	7,30%	9,05%	10,95%	3,50%	3,77%	0,10%		

Po objektima i uređajima	Troškovi projektiranja i stud.	Pripremni i završni radovi	Kotlovnica	Strojarnica	Doprema i otprema ugljena i šljake	Doprema i priprema vode	Komanda ukl. i rasklopno	Pomoć. pogon. objekti i okoliš	Stambene zgrade	Ostali troškovi	Ukupno	%
Građevni radovi i ostalo	171,485	51,133	317,955	266,301	356,983	314,011	97,646	212,807	119,276	99,948	2.007,545	36,6
Oprema i montaža		45,136	1.574,362	1.048,348	219,659	15,691	424,488	146,707			3.474,391	63,4
U postocima	3,14%	1,76%	34,55%	23,95%	10,51%	6,02%	9,52%	6,56%	2,18%	1,81%		

Pretpostavi li se pogon u užem smislu (kotlovnica i strojarnica) kao 100, tada je za kompletiranje pogona Konjščina bilo potrebno još daljnjih 71:

Kotlovnica i strojarnica TE Konjščina kao:	*100*
Ostali organi i nužni troškovi:	*71*
od čega:	
Doprema i priprema ugljena te otprema šljake	18,0
Doprema i priprema vode	10,2
Komanda, uklopnica i rasklopno postrojenje	16,2
Pomoćni pogonski objekti i okoliš	11,1
Stambene zgrade	3,7
Priprema i završni radovi	3,0
Troškovi projektiranja i studija	5,4
Ostali troškovi	3,4

Specifične investicije TE Konjščina

Stavljajući u stranu investicije u stambene zgrade, ova elektrana se predstavlja sa već poznatim specifičnim investicijama

Specifične investicije
po cijenama sa kupovnom moći

1939. Din/kW	1952. Din/kW
6.000.—	137.300.—

Specifične investicije iznosile su 1939. za termoelektrane, obično Din/kW 4000—5000. Nešto veće investicije za Konjščinu uzrokovane su:

1. Lokacijom na podnožju gorskog bila. Uslijed toga su bile povećane investicije na niskim gradnjama (pogonski i pitki vodovod, industrijski kolosjek sa znatnim usjekom, veliki zemljani radovi), veći troškovi, nastali izmjenom četiri građevna izvođača i povećanim stavkama transporta te
2. Ugradnjom triju manjih jedinica od 12,5—14,8 MW. U manjoj mjeri razlozi većih investicija leže u dodatnim troškovima za dugotrajne probne pogone, kao i za izgradnju nove deponije.

Mainardis pokazuje, da termoelektrane od 30—60 MW, para 475—500 C, sa 60—90 kg/cm² imaju specifične investicije po cijenama sa kup. moći g. 1950.

Lit/kW 90.000 — 110.000.—

(Dr. Ing. Prof. Mario Mainardis: *Centrali elettriche*, Ulrico Hoepli, Milano, 1952., str. 636.).

Uključujući daljnje znatno poskupljenje, koje je postojalo u međuvremenu 1950.—1952. može se zaključiti, da su specifične investicije TE Konjščina u skladu sa talijanskim iskustvima, iako su uzroci različiti.

Specifične investicije TE Konjščina po glavnim vrstama radova, po cijenama sa kupovnom moći

	1939. Din/m³	1952. Din/m³
Glavna pogonska zgrada	552	10.200
Prigradnja komande	638	11.800
Zgrada radionice sa pom. postroj.	489	9.050
Zgrada drobilane	408	7.550
Zgrada dekarbonizacije	376	6.960
	Din/m²	Din/m²
Zgrada uprave pogona	1.348	24.960
	Din/m³	Din/m³
Rashladni tornjevi	341	6.320
	Din/m²	Din/m²
Ceste	449	8.320

		10^3 Din/MW	10^3 Din/MW
Turboagregat 14,8 MW	uklj. mont.	956	25.800
Turboagregat 2 × 12,5 MW	,, ,,	865	23.350
		10^3 Din/t/h	10^3 Din/t/h
Kotlovi *Gebr. Sulzer*	,, ,,	414	11.160
Kotlovi *Waagner-Biro-TPK*	,, ,,	169	4.560

Pri računu cijene kotlova *Sulzer* bio je uvažen popis multiplikatora pri nabavi uređaja i materijala iz inozemstva, izdan po Ministarstvu financija NR Hrvatske, Upravi za cijene, od 24. 4. 1952., uslijed čega se ovi kotlovi pokazuju sa znatno višim specifičnim troškovima od onih *Waagner-Biro-TPK*.
Ovom neskladu je u znatnoj mjeri pridonijela i nabava 4 garniture roštilja, nabavljenih g. 1951. uz previsoku cijenu, unutar zemlje.
Pokušavajući ove odnose iskazati na način, po kojem troškove prati Mainardis za elektrane u Italiji, tada se usporedba pokazuje u slijedećem obliku:

Usporedba procentualnih struktura ulaganja u uređaje

	Iskustva u Italiji za grupu 30—60 MW %	TE Konjščina 39,8 MW (po cijenama 1952.) %
Kotlovi, cjevovodi, pumpe i pribor	33—35	34,55
Turbine (agregati), pumpe i pribor	25—28	23,95
Transformatori, električni uređaj i pribor	7—9	9,52
Uređaj za gorivo i pepeo	3—4	10,51
Pomoćni uređaji	2—3	6,56
Teren, temelji, odvodi, cjevovodi za rashladnu vodu	12—14	6,25
Opći troškovi i kamati	12—15	6,48
Stambene zgrade		2,18

U stavci uređaja za gorivo i pepeo TE Konjščina obuhvaćene su investicije u industrijski kolosjek (uklj. željeznički most) i svi ostali uređaji za dopremu i otpremu.
Troškovi izgradnje kolosjeka i mosta iznose po cijenam g. 1952.:

Investicije u TE Konjščina (po cijenama 1952.)	*10^3 Din*
Industrijski kolosjek — donji stroj	90.246
,, ,, — gornji stroj	106.621
Željeznički most	3.737
	200.604

ili 3,66% od ukupnih investicija.

Ostali građevni radovi ove skupine predstavljaju na TE Konjščina daljnjih 2,85%. Ostatak do 10,51% se odnosi na pripadajuću opremu. Ovi troškovi su razmjerno visoki kod Konjščine. S druge strane nije isgurno, da li su troškovi dopreme i otpreme u strukturi talijanskih elektrana obuhvaćeni u toj skupini ili u nekoj općenitoj. Pomoćni uređaji TE Konjščina obuhvaćaju ulaganja koja su navedena u predposljednjoj tablici.
Nije moguće pratiti, eliminiranjem kojih pozicija bi bilo moguće sniziti ovu skupinu na manje od polovice, pa da bude u skladu sa prikazanim iskustvima.
Temelji turboagregata TE Konjščina obuhvaćeni su u građevnim troškovima strojarnice. Uslijed toga bi razlika 12-14:6,25% u skupini *Teren, temelji, odvodi, cjevovodi za rashladnu vodu* bila znatno umanjena.

Pomoćni pogonski objekti i uređenje okoliša TE Konjščina

(Investicije po cijenama g. 1952., 10^3 Din)	
Radionice i pripad. skladište	41.665
Skladište teških predmeta	2.570
Skladište i nadstrešnica	7.529
Upravna zgrada, restaurant, garaža i vatrogasno spremište	37.399
Skladište nafte i benzina	1.180
Klizište i potporni zidovi	20.964
Rasvjeta platoa	9.680
Ograda oko pogona	7.122
Planiranje i uređenje gradilišta	24.816
Ceste	30.736
Glavna i površinska kanalizacija	25.229
Putovi i kanalizacija uz putove	3.917
Razvod 380/220 kV u upravnoj zgradi	39,121
Ostali uređaj 380/220 kV	16.376
Telefonski uređaji	6.253
Strojevi u radionicama	19.446
Kabeli za vanjsku rasvjetu	799
Razglasni uređaj	712
Ostali uređaji pomoć. pog. objekata	64.000
	359.514

ili 6,56% od ukupnih investicija TE Konjščina.

U skupini *Općih troškova* 12—15%, veliki dio otpada na kamate, koji u troškovima TE Konjščina čine tek neznatan dio. U načelu, ova skupina je uglavnom razjašnjena.
Korisno je utvrditi iz ove usporedbe:
Više od dvije trećine od ukupnih investicija TE Konjščina, uloženih u kotlovnicu, strojarnicu, uklopnicu i rasklopno postrojenje, u skladu je sa iskustvima građenja u Italiji.
Ostala trećina investicionih troškova je teže usporediva radi različitog načina grupiranja.
U knjizi H. K, Barrows: *Water power engineering*, New-York — London, 1943, na str. 680 navedeni su podaci o specifičnim investicijama:

»Trošak moderne termoelektrane može varirati u rasponu od $ 80—180 po kW snage.«

Troškovi (izgradnje) Somerset Steam Station

	Konstruirana 1923.				Podaci o 1948.—1958. TE Konjščina	
	1×32 MW	2 jedin.=64 MW		1×14,8+2×12,5 MW		
	$/kW	%	$/kW	%	$/kV	%
Zemljište, opskrba vodom i ostalo	37,60	19,6	18,80	14,3	18,90	11,2
Zgrade i temelji strojeva	48,80	25,4	24,40	18,4	40,90	24,3
Uređaji	105,70	55,0	89,0	67,3	109,00	64,5
	192,10		132,2		168,80	

»Najniži troškovi su obično prouzročeni pripremom za buduće povećanje snage.«

Ova usporedba je izvršena iz razloga što pokazuje, da su specifične investicije TE Konjščina našle mjesto između ovih većih inozemnih jedinica.
Pretvorba je izvršena po tečaju, zaokruženom prema gore, $ / Din 800.—.
Cijene investicija Somerset odnose se na kupovnu moć g. 1943.

Usput se napominje, da su velikoprodajne cijene materijala u USA porasle u razdoblju 1943.—1951. od 117 na 234.

Usprkos toga pokazuju se specifične investicije TE Konjščina unutar specifičnih investicija Somerset 32—64 MW.

Uzmu li se u obzir svestrane teškoće pri izgradnji Konjščine, tada se može zaključiti, da pretežni dio razloga ovom skladu leži uglavnom u većem udjelu nadnica u troškovima građenja u USA.

Točniji zaključci ne mogu se izvesti. Nije sigurno, gdje su u strukturi Somerset uključene niskogradnje. U prikazanoj strukturi Konjščine one su uključene u građevne radove (zgrade) izuzev opskrbu vodom.

No pokazani rezultati su, usprkos ovih slabosti, korisni.

Šteta je što nema dovoljno svedenih i grupiranih podataka o tuzemnim elektranama približne instalirane snage, građenim u razdoblju od 1950. do danas. Takvi podaci bi bili najkorisniji za usporedbu, jer se radi o istom toku kretanja kupovne moći novca. Veliki Kostolac, sa instaliranom snagom 44 MW, bio bi, na primjer, prikladan za usporedbu, no na raspolaganju stoje samo grubi podaci o ukupnim investicijama.

Ima dakle premalo izvora za usporedbu.

Usprkos toga, i ovakav prikaz ulaganja u pojedine nosioce troškova izgradnje TE Konjščina predstavlja koristan prilog praćenju ulaganja u električna postrojenja.

OPIS SMJEŠTAJA OBJEKATA I PREGLED OSNOVNE OPREME ELEKTRANE JERTOVEC

Ing. Ljudevit Matjan, Elektroprojekt, Zagreb

621.311.22.005/.006

Po svom smještaju, termoelektrana ima tri grupe objekata: glavni pogonski, pomoćni pogonski i stambeni objekti. U članku se daje pregled uslova koji su odredili raspored svih ovih objekata i kratki pregled glavne opreme elektrane.

U odnosu na smještaj pojedinih objekata, koji spadaju u sklop Termoelektrane Jertovec, može ih se podijeliti u tri grupe i to:

a) grupa objekata smještenih u prirodnoj uvali jugozapadno od ceste Jertovec—Konjščina na udaljenosti cca 1.400 m. južno od željezničke stanice Konjščina. Ovu grupu sačinjavaju glavni pogonski objekti elektrane sa dijelom pomoćnih objekata.

b) grupa objekata smještenih u dolini potoka Krapine odnosno u brežuljkastoj uvali, koja se spušta prema njemu. Ovu grupu sačinjavaju pumpna stanica pogonskog vodovoda te uređaji nove deponije šljake i pepela.

c) grupa stambenih objekata smještenih na povišenom zaravanku sjeveroistočno od ceste Jertovec—Konjščina, a u njenoj neposrednoj blizini.

Iz dispozicionog nacrta vidljiva je ova grupacija, a i pojedinačni smještaj odgovarajućih objekata.

Glavna pogonska zgrada

U grupi glavnih objekata najdominantnija je glavna pogonska zgrada. Njezin smještaj bio je uvjetovan prisustvom čvrstog i dobro nosivog terena, te je iz tih razloga, prigodom projektiranja, morala biti pomaknuta u jugozapadni kraj uvale na čvrsti teren, jer se je bušenjima ustanovilo da je teren uvale na svom početnom i srednjem dijelu naplavina ilovasto-pjeskovite zemlje nedovoljno čvrst za teška temeljenja zgrade te kotlovskih i turbinskih postrojenja.

Ova okolnost u velikoj je mjeri utjecala na raspored ostalih objekata kao i na troškove izgradnje, jer je za dobivanje dovoljnog prostora za izgradnju cijeloga objekta bilo potrebno vršiti zasjecanje u brdo te graditi relativno skupe potporne zidove.

Uređaj za uskladištenje i transport ugljena

Smješten je na nasipnom stvorenom platou ispred glavne pogonske zgrade u sjeveroistočnom pravcu. Od deponije ugljena do drobilične zgrade izgrađen je prvi kosi transportni most, a od drobilične zgrade do glavne pogonske drugi transportni most za transport ugljena. S jedne i druge strane deponije izgrađen je željeznički kolosjek sa potrebnim zaobilaznim kolosjekom. Oba ova kolosjeka se na svom putu prema željezničkoj stanici sastaju te kao jedan kolosjek produljuju do cca 1.500 m. udaljene željezničke stanice Konjščina. Ovim kolosjecima ugljen se doprema u normalnim željezničkim vagonima iz Konjščinskih ugljenokopa, čija su okna razasuta po bližoj i daljoj okolici.

Kolosijek na sjeverozapadnoj strani deponije produljen je, te prolazi kroz montažni prostor radionice do montažnog prostora u glavnoj pogonskoj zgradi, a kolosjek na jugoistočnoj strani deponije također je produljen do bunkera za šljaku, a od njega se odvaja odvojak za spremište za lokomotivu i postrojenje 110 kV.

Zgrada uređaja za pripremu vode izgrađena je na prostoru između glavne pogonske zgrade i deponije ugljena, a jugoistočno od produljenog kolosjeka uz deponiju ugljena. Zgrada je postavljena tik do ovog kolosjeka radi mogućnosti istovarivanja iz vagona vapna, koje je ovdje potrebno u procesu dekarbonizacije vode.

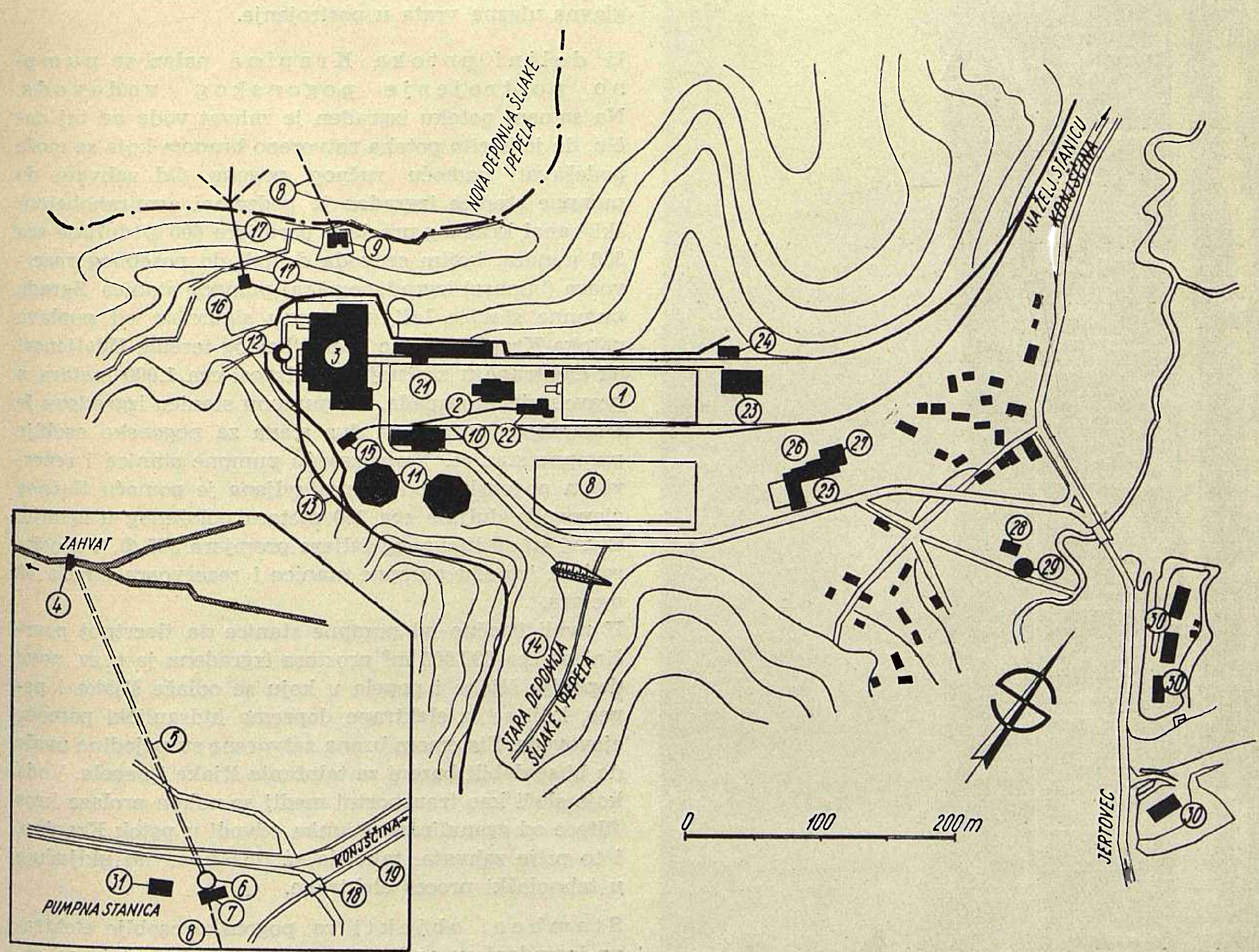
Rashladni tornjevi smješteni su na prostoru jugoistočno od zgrade uređaja za pripremu vode na

platou stvorenom djelomično usjekom, a djelomično nasipom uz južne obronke uvale. Podzemnim kanalima i to jednim tlačnim (čelični cjevovod) i jednim gravitacionim, rashladni tornjevi su vezani sa pumpnim agregatima i turbinskim kondenzatorima u strojarnici glavne pogonske zgrade preko kojih se vrši neprekidna cirkulacija rashladne vode.

Postrojenje 110 kV locirano je južno od deponije ugljena na 3,5 m. nižoj koti uz prilaznu cestu na cca 200 m. srednje udaljenosti od glavne pogonske zgrade. Prigodom projektiranja sa izvjesnom je opreznošću donijeta odluka o sadašnjem smještaju računajući s opasnošću od ugljene prašine koja bi sa deponije ugljena vjetrom mogla ponesena da se taloži na porculanskim izolatorima. Međutim nakon sakupljenih pogonskih iskustava na drugim termoelektranama donesena je odluka o sadašnjoj lokaciji što se je pokazalo ispravnim, jer kroz današnji period rada elektrane u tom pogledu nije bilo nikakovih neprilika.

Radionica i skladište smještena je u neposrednoj blizini glavne pogonske zgrade te je time ostvarena dobra veza između jednog i drugog objekta što je bilo veoma važno i u toku izgradnje i montaže, a i sada u pogonu. Montažni prostor u radionici spojen je kolosijekom sa glavnom pogonskom zgradom, tako da je moguć prijevoz teških dijelova od dizalice u strojarnici do dizalice u montažnom prostoru radionice.

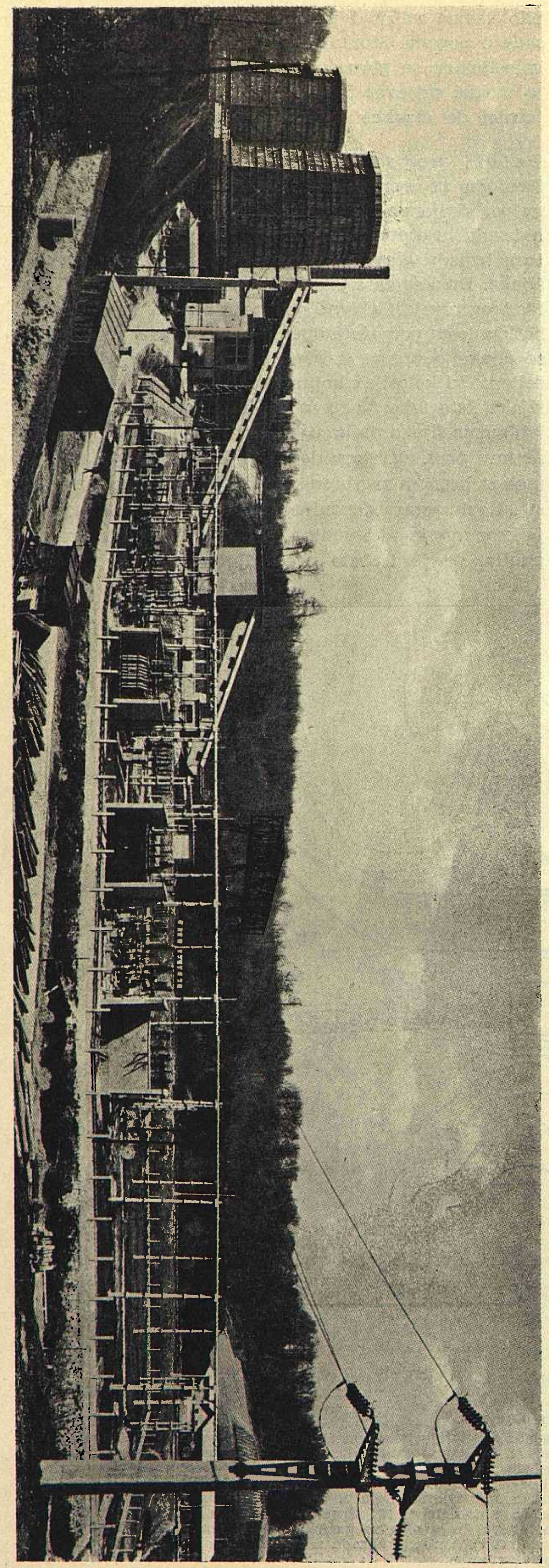
Ostali pogonski pomoćni objekti smješteni su po svojoj funkcionalnosti sa zahtjevom za najpogodnije veze i pristup do njih. Međubunker za hidrauličku otpremu šljake i pepela smješten je na potezu između glavne pogonske zgrade i nove deponije šljake. Bunker za šljaku leži na prostoru između rashladnog tornja i glavne pogonske zgrade i vezan je sa kotlovnicom pomoću gumenih transportera preko kojih se šljaka doprema u bunker. Do bunkera je položen željeznički kolosijek kojim mogu prići vagoni za odvoz šljake. Isto tako mogu se ovdje puniti i mali vagoneti kojima se šljaka preko uskotračnog kolosijeka može otpremiti na t. zv. staru deponiju šljake koja je zapravo malom branom zatvorena dolina južno od prilazne ceste. Naziv »stara deponija« nastao je zbog toga, jer se je kroz manje od 5 godina pogona ova uvala skoro napunila, pa je trebalo predvidjeti transport na novo



Položajni nacrt objekata.

1: Skladište ugljena, *2:* Drobilična zgrada, *3:* Glavna pogonska zgrada, *4:* Zahvat vode na Krapini, *5:* Gravitacioni kanal, *6:* Podzemni crpni rezervoar, *7:* Pumpna stanica pogonskog vodovoda, *8:* Cjevovod pogonske vode, *9:* Rezervoar pogonske vode, *10:* Dimnjak, *13:* Cjevovod hidrauličkog transporta drozge i pepela na staru deponiju, *14:* Stara deponija šljake i pepela, *15:* Bunker za šljaku. *16:* Međubunker hidrauličkog transporta šljake i pepela na novu deponiju. *17:* Cjevovod hidrauličkog transporta šljake i pepela na novu deponiju, *18:* Filterski uređaj nove deponije šljake i pepela, *19:* Glavna brana nove deponije šljake i pepela, *20:* Nova deponija šljake i pepela, *21:* Radionica sa skladištem, *22:* Spremište za lokomotivu, *23:* Otvoreno skladište teških predmeta, *24:* Zatvoreno skladište teških predmeta, *25:* Vratarnica sa garažom, *26:* Upravna zgrada, *27:* Restoran, *28:* Trafostanica 10/0,4 kV, *29:* Pumpna stanica pitkog vodovoda, 30: Stambene zgrade u stambenom naselju, *31:* Stambena zgrada kod pumpne stanice.

Elektroprojekt, Zagreb



mjesto, t. j. u dolinu potoka Krapine gdje ima dovoljno prostora za odlaganje šljake i pepela kroz neograničeno vrijeme. Ova deponija dobila je naziv »nova«.
Rezervoar pogonske vode smješten je na najvišoj koti brijega koji dijeli uvalu elektrane od doline potoka Krapine, te se nalazi na povoljnom mjestu s obzirom na dovodni cijevni vod od pumpne stanice kao i s obzirom na pogonske uređaje elektrane koje snabdijeva potrebnom vodom. Spremište za lokomotivu izgrađeno je zapadno od deponije ugljena na posebnom odvojnom kolosijeku. Ova lokacija povoljna je radi relativno povoljnih priključaka cjevovoda dekarbonizirane vode, parnog cjevovoda grijaće mreže elektrane te električnog priključka.
Skladište teških predmtea zatvoreno i otvoreno, ali natkrito, izgrađeno je nedaleko od ulaza kolosijeka u krug elektrane, sjeveroistočno od deponije ugljena. Oba skladišta leže tik uz kolosijek, te je osiguran lak istovar iz vagona.

Upravna zgrada sa vratarnicom i garažom nalazi se uz pristupni put na mjestu ulaza u područje elektrane na cca 200 metara udaljenosti od ceste Jertovec—Konjščina. Kod ove zgrade nalaze se glavna ulazna vrata u postrojenje.

U dolini potoka Krapine nalazi se pumpno postrojenje pogonskog vodovoda. Na samom potoku izgrađen je zahvat vode na taj način, da je korito potoka zatvoreno branom koja se može podešavati pomoću ručnog pogona. Od zahvata do pumpne stanice izgrađen je podzemni armiranobetonski kanal kružnog presjeka promjera 600 ϕ duljine cca 250 metara, kojim se voda dovodi do posebnog rezervoara (bunara) izgrađenog kraj pumpne stanice. Zgrada pumpne stanice leži na terenu sigurnom od poplava potoka Krapine podno brežuljkastog terena. Udaljenost od elektrane u zračnoj liniji iznosi cca 1.000 metara u pravcu sjeverozapada. Uz pumpnu stanicu izgrađena je i stambena zgrada sa dva stana za pogonsko osoblje pumpne stanice. Veza između pumpne stanice i rezervoara pogonske vode uspostavljena je pomoću tlačnog cjevovoda duljine cca 950 metara položenog u zemlju. Cijevi su od lijevanog željeza promjera 350 ϕ. Visinska razlika između pumpne stanice i rezervoara iznaša 48 metara.
U uvali istočno od pumpne stanice na tlocrtnoj površini od cca 632.000 m^2 prostora izgrađena je t. zv. nova deponija šljake i pepela u koju se odlaže šljaka i pepeo, koji se iz elektrane doprema hidraulički pomoću cjevovoda. Sistemom brana zatvorene su pojedine uvale da bi se dobili bazeni za taloženje šljake i pepela. Voda koja služi kao transportni medij se nakon prolaza kroz filtere od granulirana šljunka odvodi u potok Krapinu, i to prije zahvata, tako da se ona ponovno uključuje u tehnološki proces elektrane.

Stambeni objekti za pogonsko osoblje elektrane izgrađeni su na lijepom povišenom terenu iznad ceste Jertovec—Konjščina na cca 150 m. udaljenosti u pravcu Jertovca od mjesta gdje se prilazni put za elektranu odvaja od navedene ceste. Ukupno su izgrađene 4 dvokatne zgrade.
Na prostoru između grupe stambenih zgrada i upravne zgrade, a južno od prilaznog puta izgrađena je pumpna

stanica pitkog vodovoda pomoću koje se iz rezervoara uz nju, koji se puni iz arteškog bunara, voda može tlačiti u dva cjevovoda, jedan koji ide do stambene kolonije, odnosno do posebnog rezervoara za stambenu koloniju, i drugi koji ide u glavnu pogonsku zgradu, odnosno rezervoara smještenog na najvišoj koti zgrade iz kojeg se snabdijevaju sanitarni uređaji elektrane.
Uz pumpnu stanicu pitkog vodovoda izgrađena je i posebna trafostanica 10/0,4 kV iz koje se snabdijeva električnom strujom navedena pumpna stanica, stambena kolonija te upravna zgrada.

Osnovna oprema

Kotlovi

U prvoj etapi

2 kotla firme *Sulzer* 28/35 t/h 40 atp, 450° C. Ulazna temperatura napojne vode 150° C. Roštilj proizvod je tvornice *Đuro Đaković* stepenasti, za lignit ogrjevne moći 2.000 kcal/kg dimenzija 3 do 80 mm. Napojne pumpe 2 × 56 t/h sa elektromotornim pogonom te 1 × 112 t/h sa turbinskim pogonom.

U drugoj etapi

2 kotla 50/64 t/h, 40 atp, 450° C ,ulazna temperatura napojne vode 150° C. Loženje ugljenom prašinom, za lignit ogrjevne moći 1.800 kcal/kg dimenzija 0 do 40 mm. Napojne pumpe 2 × 80 t/h sa elektromotornim pogonom te 1 × 160 t/h sa turbinskim pogonom. Isporučilac kotlova je *Tvornica parnih kotlova* u Zagrebu u kooperaciji sa firmom *Waagner-Biro*, Graz.

Turbine

U prvoj etapi

1 kondenzacioni turboagregat firme *Brown Boveri*, Baden od 14,8 MW sa 3 neregulirana oduzimanja pare te zagrijačima za zagrijavanje kondenzata na 150° C kao i isparivačima za isparivanje dodatne napojne vode od 2 × 3 t/h.

Generator učina 22,6 kVA, kod 10,5/11,5 kV, 50 Hz, 3.000 °/min.

U drugoj etapi

2 kondenzaciona turboagregata proizvod *Jugoturbina*, Karlovac, učina po 12,5 MW sa 3 neregulirana oduzimanja pare te zagrijačima za zagrijavanje kondenzata na 150° C, kao i isparivačima za isparivanje dodatne napojne vode po 3,5 t/h.

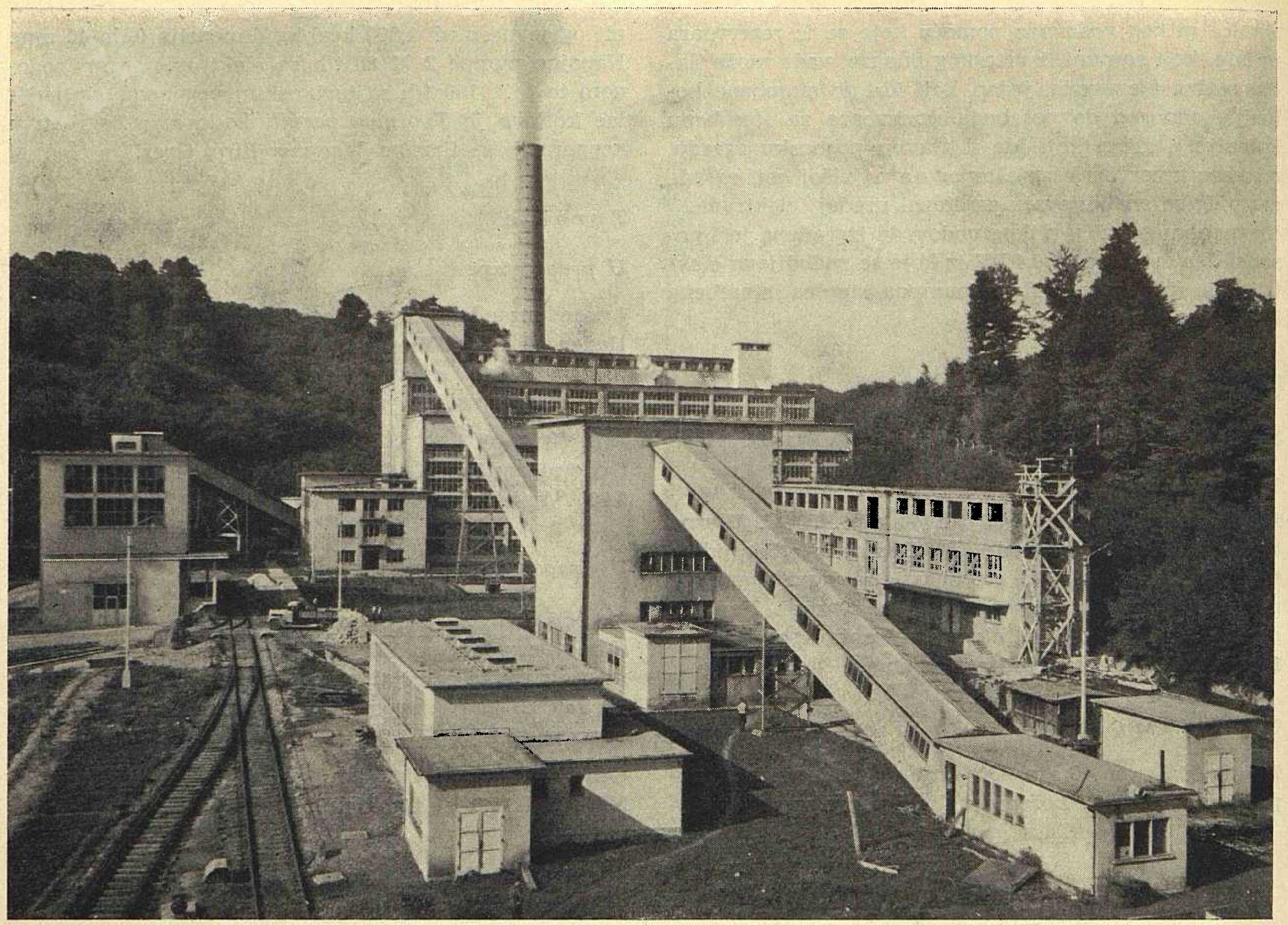
Generatori proizvod *Rade Končar*, Zagreb, učina po 16 MW, kod 10,5 kV, 50 Hz, 3.000 °/min.

GRAĐEVINSKO-ARHITEKTONSKA KONCEPCIJA TE JERTOVEC

Ing. arh. Ante Skare i ing. Marko Čalogović, Elektroprojekt, Zagreb **621.311.22.002:624**

Arhitektonski i građevinski su glavni pogonski objekti izvedeni tako da zadovoljavaju funkcionalne potrebe, a uz ograničenja koja su bila zadana skučenim prostorom i lokacijom. Sve zgrade su izvedene iz armiranog betona sa odgovarajućim staklenim plohama. Temelji strojeva su također iz armiranog betona. Fundiranje je bilo povoljno. Podzemni hodnici za transportere za ugljen su iz armiranog betona, a kosi iz lagane željezne konstrukcije. Dimnjak je zidani, a rashladni tornjevi iz željezne konstrukcije ograđene drvom. Stupovi uređaja 110 kV su iz centrifugiranog betona.

Projektiranje termo-električnog postrojenja započeto je još g. 1948. s idejnom fazom u kojoj se ostalo sve do g. 1950. kada se, poslije razjašnjenja podataka o mašinskoj opremi, ozbiljno pristupilo projektiranju, kako elektro-mašinskom tako i građevno-arhitektonskom. Otada pa do zaključno g. 1957. istovremeno se je projektiralo i izvađalo pojedine objekte te montiralo elektro-mašinsku opremu.
Poslijeratna elektroenergetska situacija u zemlji diktirala je ubrzani tempo radova na izgradnji elektroprivrednih objekata, pa se je tako projektiranje tih objekata- silom prilika, obavljalo bez dovoljnih pretpodnih studija, koje iziskuju i odgovarajuće vrijeme. Sličan slučaj je bio i kod izgradnje ove termoelektrane. Gradnja glavne pogonske zgrade je započela samo na temelju djelomično završenog glavnog projekta, odnosno samo na osnovi projekta temelja glavnih stupova armirano-betonske konstrukcije. Forsiranje izvedbe na terenu uvjetovalo je povjeravanje građevnih projekata pojedinih objekata raznim stručnjacima, da bi na taj način više projekata bilo gotovo u što kraćem vremenu. Odatle je potekla uočljiva heterogenost građevno-arhitektonskog tretiranja pojedinih objekata, kao i izvjesni utisak necjelovitosti, koji postrojenje čini sada, kada je sasvim dovršeno. Rad je također kompliciralo građenje glavne pogonske zgrade u dvije etape.
Opći smještaj postrojenja bio je uvjetovan zahtjevima protuavinske zaštite — uz osnovnu potrebu, da bude u što većoj blizini ugljenokopa.
Smještaj pojedinih objekata odgovara funkcijama pogona i tehnološkom procesu, a objekti su međusobno povezani internim komunikacijama (cestama, kolosjecima i pješačkim stazama) — kako je to vidljivo iz situacionog plana (sl. 2.).
Temeljno tlo ispod gornjeg humusnog pokrova sastoji se uglavnom od sitnog pijeska, pomiješanog sa glinenim i laporastim komponentama. Mjestimično su nađeni u temeljima i ulošci mulja kao i žile treseta.
Provedena geomehanička ispitivanja su pokazala, da je tlo na dubini ispod 2—3 m dobro i solidno nosivo te da se bez dalnjega može opteretiti sa 3—4 kg/cm² već prema veličini i položaju temelja i vrsti opterećenja. Zbog toga je mogla biti odbačena ranija koncep-



Sl. 1. Pogled na glavnu pogonsku zgradu s pomoćnim objektima.

cija sa dubokim fundiranjem (na pilotima ili bunarima) pa je za skeletne konstrukcije usvojeno temeljenje na običnim pojedinačnim betonskim temeljnim blokovima na dubini većoj od 2,5 m od površine terena. Kod toga je strogo vođeno računa o tome, da prije betoniranja temelja svaka iskopana temeljna jama bude pregledana, pa je dozvola za betoniranje dana tek nakon što je ustanovljeno, da tlo na dnu jame odgovara opterećenju temelja i ostalim uvjetima.

Glavna pogonska zgrada

Glavna pogonska zgrada sastoji se iz: kotlovnice, bunkera za ugljen, prostora za pumpe te strojarnice. Smještaj i međusobni odnos ovih prostorija uvjetovan je tehnološkim procesom, od stvaranja potrebne pare do proizvodnje električne energije, te je vidljiv iz glavnog tlocrta i poprečnog presjeka (sl. 4,5.), koji predstavljaju uobičajen, moglo bi se reći, klasičan raspored kako u horizontalnom tako i u vertikalnom smjeru.

Zgrada je podužnom osi orijentirana sjever-jug tako da je strojarnica okrenuta prema istoku, a kotlovnica prema zapadu.

Visoki brijeg na zapadnoj strani štiti kotlovnicu od pretjerane insolacije.

Glavna pogonska etaža je na koti + 6,50 m i na njoj se nalaze ležišta kotlova, pumpe i turbogeneratori, a proteže se preko čitave površine objekta, osim djelomično oko kotlova.

Ispuštanje ugljena iz bunkera, te vage za ugljen smještene su na međuetaži kote + 13,00 m, dok je uređaj otplinjača na međuetaži iznad pumpnog prostora na koti + 15,00 m.

Horizontalna transportna traka za dopremu i raspored ugljena u pojedine bunkere nalazi se na koti + 27,20 m, a uređaj pogona kosog transportera ugljena iz zgrade za drobljenje ugljena smješten je na najvišoj etaži na koti + 30,00 m.

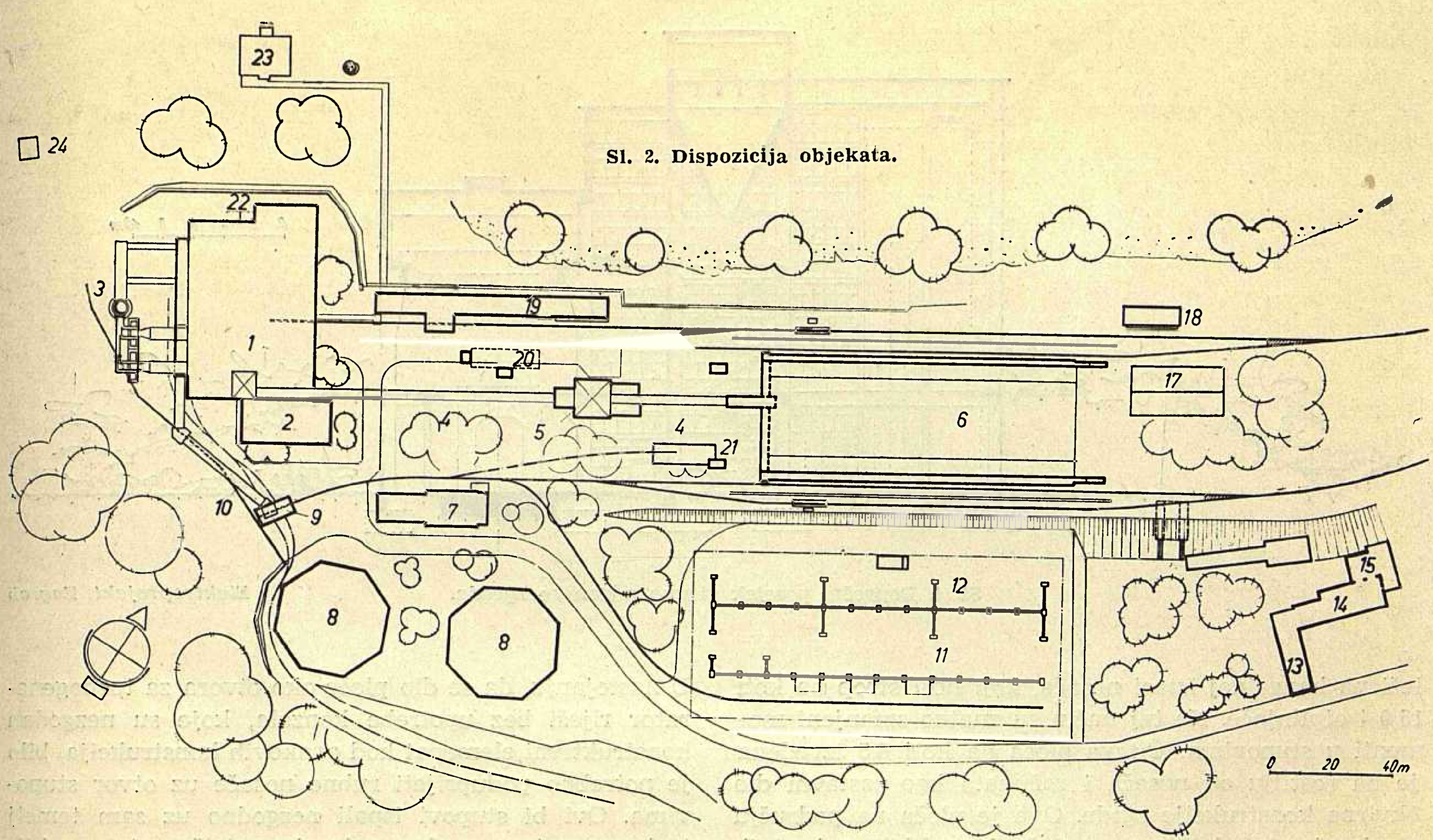
U prizemlju pogonske zgrade na koti ± 0,00 m smješteni su kondenzatori, cjevovodi, uređaji za čišćenje kotlova, uređaji za odvoz šljake, kabelski kanali te nosači (temelji) kotlova i turboagregata.

Za vezu između pojedinih etaža izgrađena su dva armirano-betonska stubišta, smještena na početku i na kraju u podužnoj osi, koja ide sredinom bunkera za ugljen — a osim toga izgrađeno je i jedno dizalo za brži saobraćaj u vertikalnom smjeru.

Za montažu i demontažu strojeva u strojarnici izveden je u podu na koti + 6,50 m montažni otvor, ispod kojega je, pomoću normalnog kolosjeka, omogućena direktna veza sa radionicama.

U samoj strojarnici i pumpnom prostoru montirane su odgovarajuće mosne dizalice.

Odvod dimnih plinova iz kotlova izveden je preko ventilatora i filtera, sa slobodnim željeznim cijevima na čeličnoj konstrukciji — direktno u visoki dimnjak, koji je smještaj iza kotlovnice uz padinu brijega.



Sl. 2. Dispozicija objekata.

1: Glavna pogonska zgrada, *2:* prigradnja uz gl. pog. zgradu, *3:* Dimnjak sa dimovodnim kanalima i filtrima, *4:* kosi transporteri ugljena, *5:* drobilice ugljena, *6:* skladište ugljena, *7:* dekarbonizacija vode, *8:* rashladni tornjevi, *9:* bunker za šljaku, *10:* transporter šljake, *11:* postrojenje 110 kV, *12:* kompresorsko postrojenje, *13:* vratarnica sa garažom, *14:* upravna zgrada, *15:* restoran, *16:* skladište uglja, *17:* skladište natkriveno, *18:* skladište teških predmeta: *19:* radionica sa skladištem, *20:* skladište mazuta (podzemno), *21:* spremište za lokomotivu, *22:* transformatori 2,5 MVA, 10,5/6 kV, *23:* rezervoar pogonske vode, *24:* međubunker za hidr. transport šljake i pepela.

Elektroprojekt, Zagreb

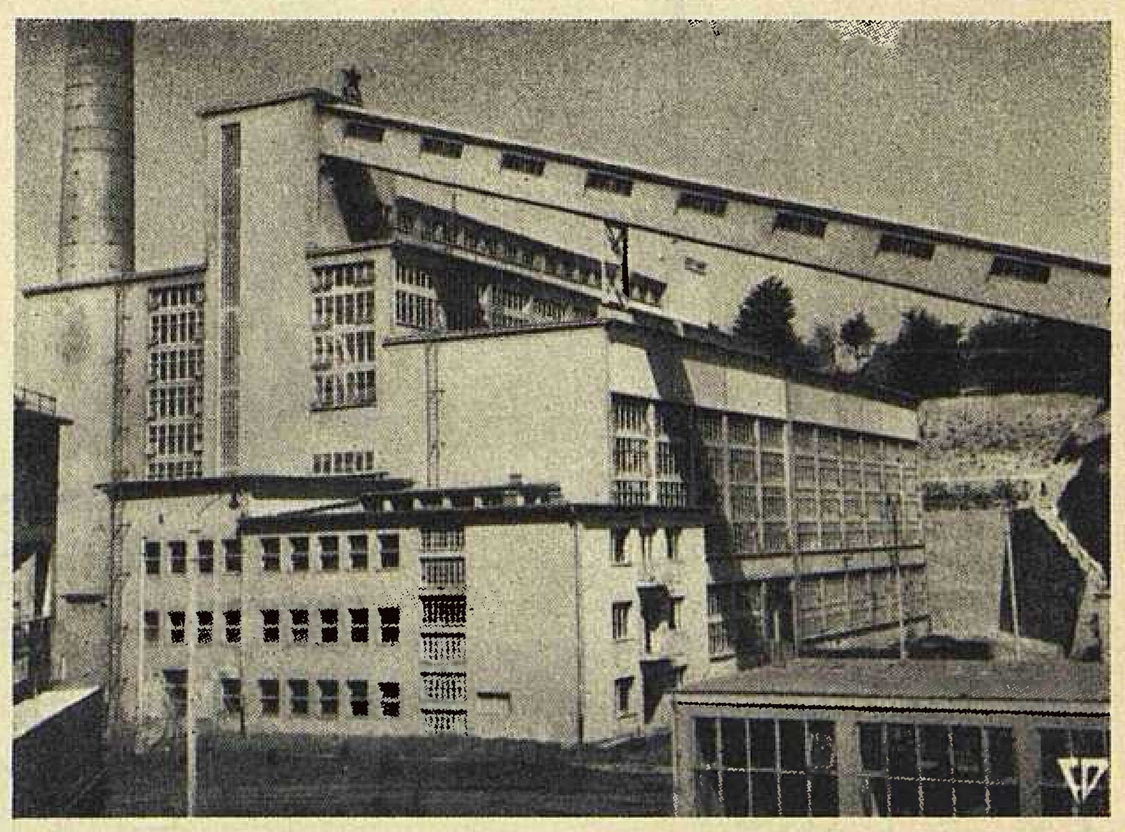
Čitav objekat izveden je kao armirano-betonska skeletna konstrukcija sa ispunama od opeke te sa masivnim stropovima i krovovima. U poprečnom presjeku se zgrada sastoji, kako je već prije spomenuto, iz četiri osnovna dijela: strojarnice, srednjeg dijela sa pumparnicom i bunkerima za ugljen, te kotlovnice. Sva ova četiri dijela povezana su na koti 6,5 armiranom betonskom pločom. U srednjem dijelu postoji još i ploča na koti 15,0 odnosno 16,0 m i ploča nad bunkerima, koje povezuju konstrukciju. Strojevi (turboagregati), a isto tako i kotlovi, leže na posebnim vlastitim temeljima, pa su u tu svrhu ostavljeni odgovarajući otvori u ploči na koti 6,5 m.

Razmak stupova u fasadama strojarnice i kotlovnice je 5,65 m, a isto tako i u srednjem redu stupova između strojarnice i pumpnog prostora. Stupovi, na kojima leže bunkeri za ugljen imaju drugi raspored; njihov međusobni razmak je 11,30 m zbog bunkera i kotlova, koji ulaze u prostor među stupovima. Ovakav raspored stupova uvjetovao je vrlo jake i visoke nosače među stupovima bunkera.

Zbog svoje masivnosti i dobre ukrućenosti, srednji dio prenosi u poprečnom smjeru horizontalne sile čitave konstrukcije, pa se susjedne konstrukcije t. j. strojarnica i kotlovnica oslanjaju na njega preko zglobova u krovnoj konstrukciji.

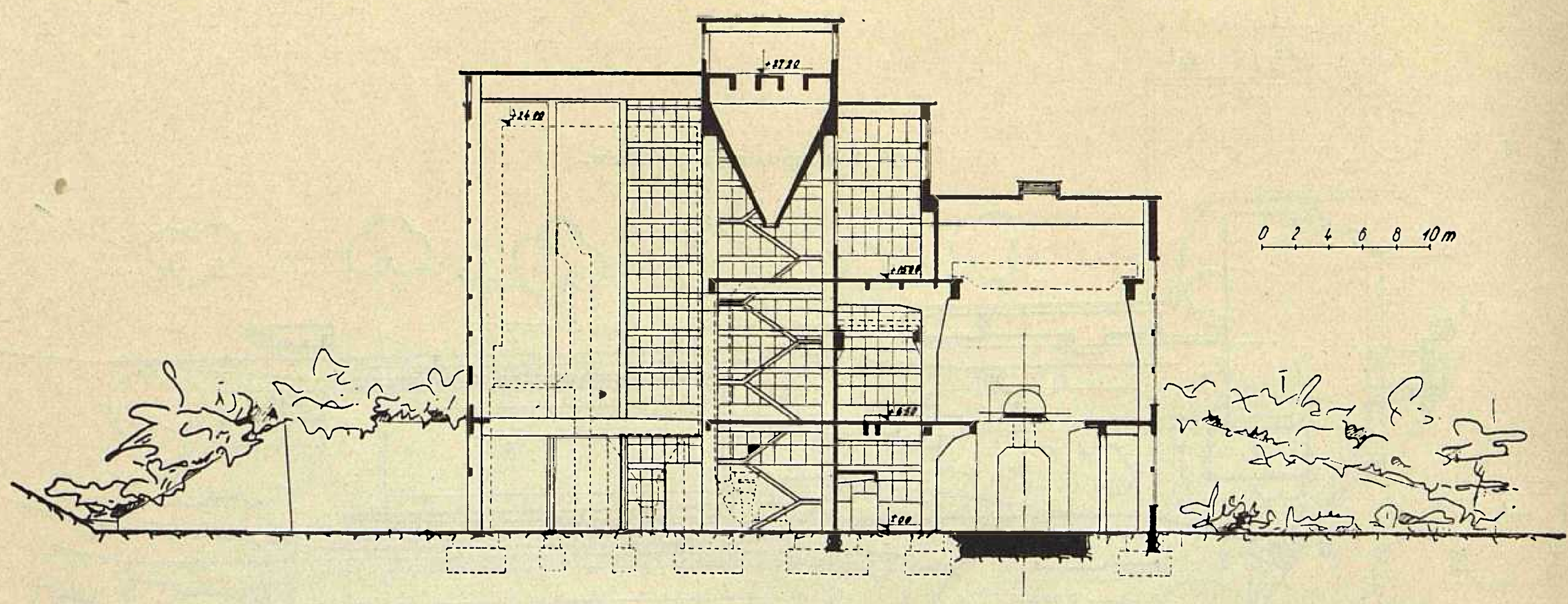
Svi su krovovi izvedeni kao montažni sa gredicama iz šuplje armirane opeke. S obzirom na veliki raspon od 5,65 m iskorišten je za nošenje pokretnog tereta i pokrova i kontinuitet preko ležajeva na glavnim nosačima, koji se je postigao umetanjem odgovarajuće armature prilikom zalijevanja sastava.

Krov nad strojarnicom izveden je sa zglobnim ležajima na stupovima s obe strane, da bi se izbjegli veliki momenti na gornjim krajevima stupova, čiji se je presjek



Sl. 3. Glavna pogonska zgrada.

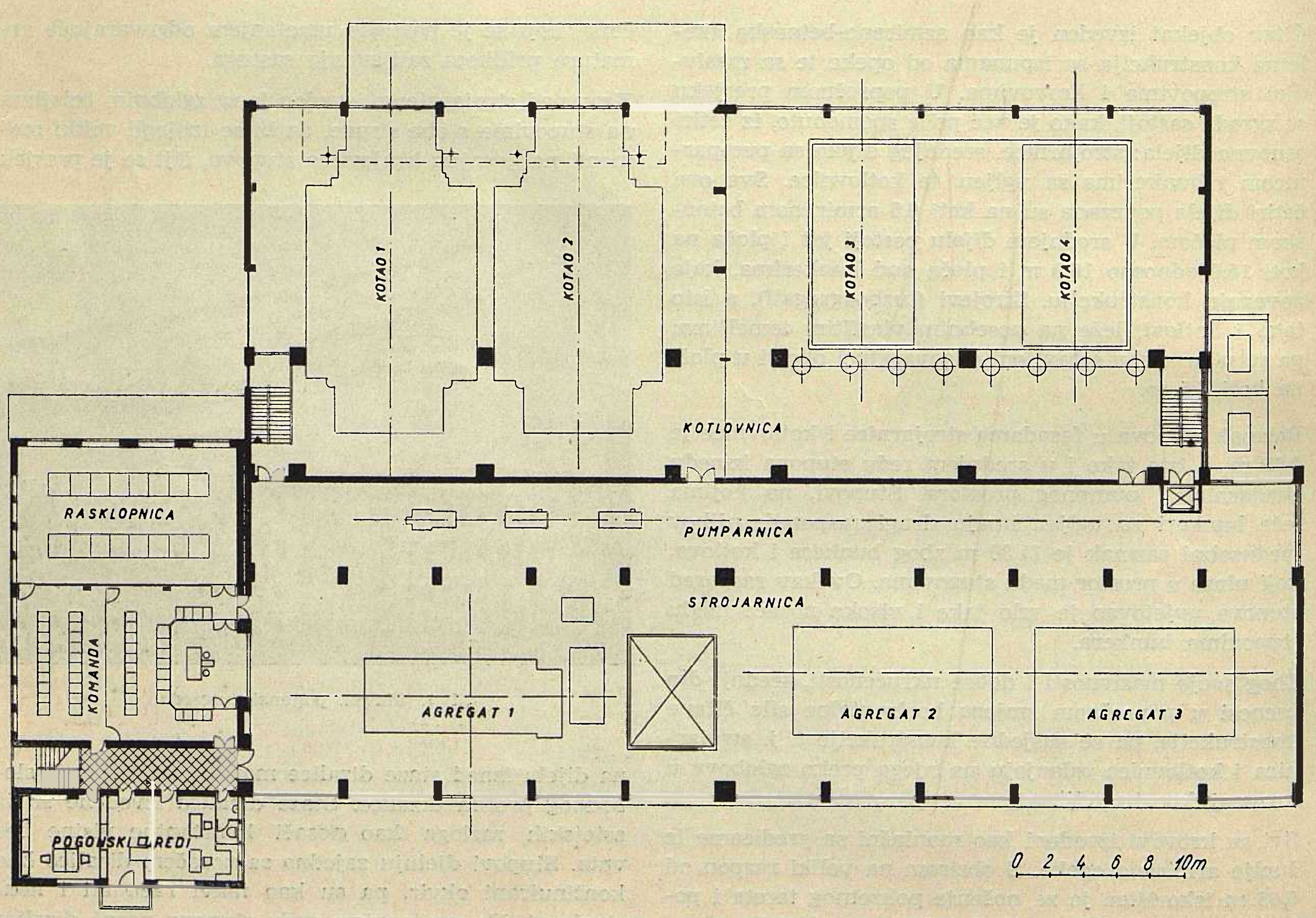
na dijelu iznad staze dizalice morao smanjiti radi slobodnog profila dizalice. Staze dizalice izvedene su iz estetskih razloga kao nosači konstantne visine bez vuta. Stupovi djeluju zajedno sa nosačem dizalice kao kontinuirani okvir, pa su kao takvi računati i konstruirani. Na unutarnjem redu stupova nosač dizalice



Sl. 4. Poprečni presjek glavne pogonske zgrade. *Elektroprojekt, Zagreb*

leži na konzolnoj istaci nosača, koji nosi strop na koti 15,0 i otplinjače. Na taj način su znatno smanjeni momenti u stupovima. Čitava ploča na koti 6,5 izvedena je na roštilju od nosača i računata kao sastavni dio okvirne konstrukcije zgrde. Ova je ploča na području strojarnice predviđena za nošenje velikih pokretnih tereta od odloženih dijelova strojeva prilikom montaže i demontaže. S druge strane bilo je potrebno, da se prostor ispod ploče ne zakrči prevelikim brojem stupova.

U nastojanju, da se dio ploče oko otvora za turbogenerator riješi bez upotrebe konzola, koje su nezgodan konstruktivni elemenat kod ovakovih konstrukcija, bilo je potrebno poduprijeti rubne nosače uz otvor stupovima. Ovi bi stupovi ispali nezgodno uz sam temelj turbogeneratora, a zbog vrlo ekscentrične stope zahtijevali bi i veliku armaturu, pa bi bili i neekonomični. Zbog toga su rubni nosači uz otvor riješeni kao armirana betonska okvirna razupora sa rasponom oko 17 m. Ploča je računata i konstruirana kao nosiva u jednom



Sl. 5. Tlocrt na koti + 6,50 m glavne pogonske zgrade. *Elektroprojekt, Zagreb*

smjeru ili kao križno armirana, već prema obliku pojedinih polja između nosača.
Nosači krovne konstrukcije kotlovnice kruto su povezani sa stupovima na pročelju, dok se s druge strane priključuju na konstrukciju bunkera zglobom Gerberovog tipa, da bi se izbjegle konzole vidljive sa unutarnje strane. Sami kotlovi leže na posebnim temeljima, koji su, kao i temelji turbogeneratora, potpuno odvojeni od ostale konstrukcije zgrade. Zbog toga je ploča na koti 6,5 u području kotlovnice izvedena samo uz zabatne stijene i djelomično uz fasadnu stijenu.

Srednji dio glavne pogonske zgrade je najviši i najjače opterećen. On nosi bunkere za ugljen čija je gornja ploča na koti 27,20. Bunkeri su računati i izvedeni kao nosive plošne konstrukcije iz armiranog betona. Stijene bunkera naročito u svom gornjem dijelu ujedno povezuju i ukrućuju čitavu konstrukciju. Iznad bunkera izvedeno je krovište na koti 30,4 kao armirana betonska dvozglobna okvirna konstrukcija sa ravnim krovom od montažnih gredica iz opeke.

Kao što je već spomenuto, ovaj srednji dio zgrade, koji je zbog velikih opterećenja najmasivniji, prenosi sve horizontalne sile.
Okviri ovog dijela su računati i dimenzionirani za ove sile prema važećim propisima, i to kako u uzdužnom tako i u poprečnom smjeru. U prizemnom traktu (ispod kote 6,5) umetnuti su u srednjim poljima kosnici, koji preuzimaju horizontalne sile tog sprata u uzdužnom smjeru. Kosnici su tako smješteni, da ne smetaju prolazu cijevi i ostalim komunikacijama. Upotrebom ovih kosnika uspjelo je znatno smanjiti potrebnu armaturu u stupovima i nosačima.
Turbogeneratori su smješteni na posebnim temeljima iz armiranog betona, koji su u konstruktivnom pogledu potpuno odvojeni od ostale konstrukcije, da se izbjegne prijenos eventualnih vibracija na zgradu. Ovi su temelji izvedeni kao okvirna prostorna konstrukcija, a oblikovani su i dimenzionirani tako, da ne dođe do rezonancije između vlastite frekvencije samog temelja (ili njegovog dijela) i titranja stroja u pogonu. Temelj je računat i konstruiran prema uobičajenoj metodi Rausch-a.

Temeljenje svih stupova zgrade izvedeno je na pojedinačnim blokovima. Radi veće sigurnosti su ovi blokovi međusobno povezani u gornjem dijelu armirano-betonskim sponama, koje ujedno služe kao nosači ispuna od opeke. Najveće rubno naprezanje na tlo iznosi do oko 4 kg/cm² dok su srednja naprezanja znatno manja.

Osvjetljenje pojedinih prostora izvedeno je sa arm.-bet. prozorima u kojima su izvedena odgovarajuća pokretna limena krila za ventilaciju. Osim toga u kotlovnici i strojarnici izgrađene su i posebne krovne ventilacije, koje omogućuju stalno provjetravanje i odvod para.
Svi prostori su izvana i iznutra ožbukani. Podovi su od cementne glazure, jednobojnog teraca i teraca u obliku ploča u dvije boje.
Sva vrata su željezna, puna ili ustakljena, već prema potrebi.
Zidovi i stropovi strojarnice i pumpnog prostora, koji čine cjelinu, a predstavljaju glavne radne i čiste prostore, obrađeni su višebojno u blagim pastelnim tonovima, dok su svi ostali prostori samo krečeni.

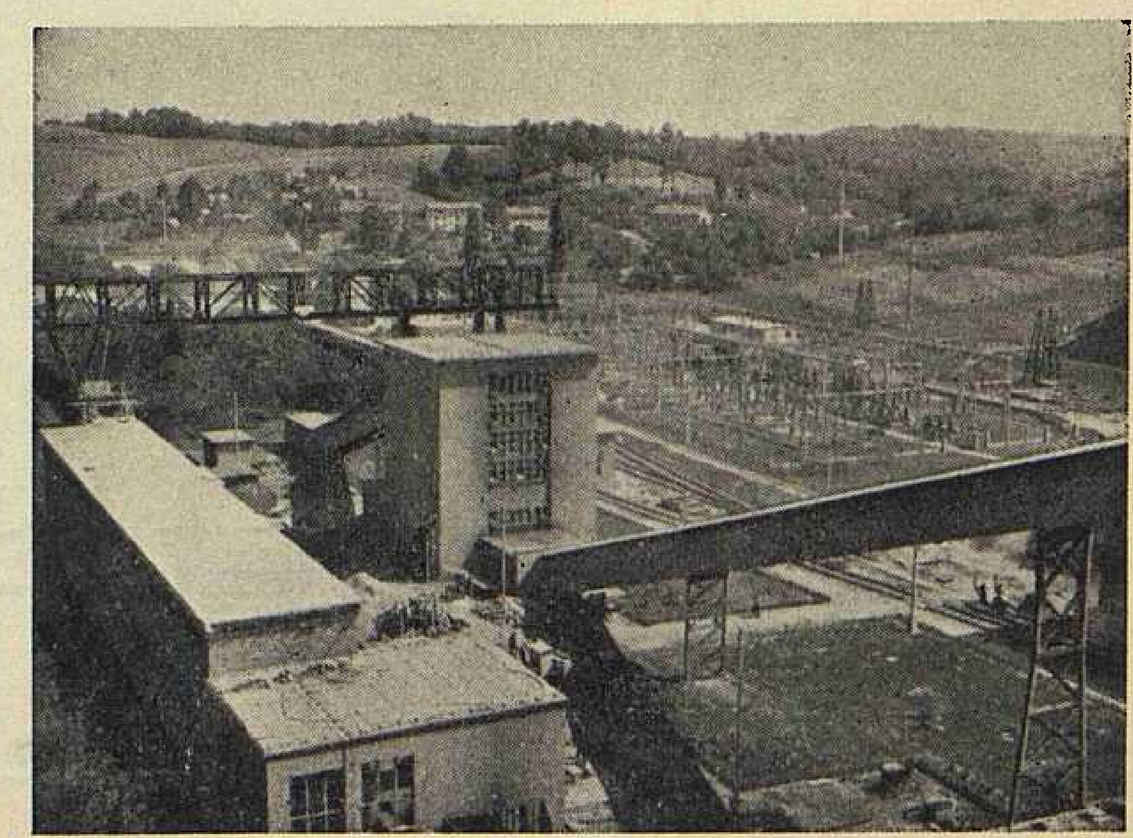
Visoki dimnjak smješten je nasuprot kotlovnice, s kojom je vezan pomoću dimovodnih kanala. Ukupna visina dimnjaka iznosi oko 70 m nad terenom. U konstruktivnom pogledu on predstavlja uobičajeni, klasični tip dimnjaka iz radijalne opeke sa podnožjem od armiranog betona. U podnožju se nalazi uređaj za sakupljanje i odvoz pepela, te otvori sa priključcima dimovodnih kanala. Dimnjak je zbog svoje velike težine, temeljen na arm. betonskoj kružnoj temeljnoj ploči.
Uz južnu stranu pogonske zgrade izgrađena je zgrada za rasklopnicu, komandu i pogonsku upravu, koja konstruktivno predstavlja zasebnu jedinicu, ali je pogonski vezana sa strojarnicom pogonske zgrade, a sastoji se od prizemlja i dva kata.
U prizemlju su smješteni: transformatori, kabelski prostor, kompresori i akumulatori sa direktnim pristupom izvana, odnosno iz prizemlja pogonske zgrade. Osim toga, sa posebnim pristupom iz predvorja sa stubištem, smještene su garderobe za muško i žensko osoblje glavne pogonske zgrade, sanitarne grupe te prostorije za vratara i telefonsku centralu.
U prvom katu smješteni su kabelski prostori komande i rasklopnice, te tri prostorije za upravu pogona sa sanitarnom grupom kao poseban trakt, orijentiran prema istoku.

U drugom katu u ravnini strojarnice (na koti + 6,50 m) smještene su prostorije rasklopnog uređaja 10 kV i komande. Komandnom prostoru je pomoću nadsvijetla omogućena direktna rasvjeta, a jednom ustaklenom stijenom omogućen je direktan pogled i veza sa strojarnicom.

S druge strane predvorja, iznad ureda u I. katu, smještene su još tri prostorije uprave pogona sa sanitarnom grupom.
Zgrada je izvedena sa zidjem od opeke i armirano betonskim stropovima sa sitnorebrastim pločama te sa ravnim krovom.

Zgrada radionica sa pomoćnim prostorijama

Ovaj objekat je situiran uz padinu brijega na sjevernoj strani, a proteže se smjerom istok-zapad okomito na glavnu pogonsku zgradu.
Ograničenost prostora s jedne i namjena pojedinih prostorija s druge strane diktirale su njihov smještaj u



Sl. 6. Pogled na drobilicu sa transportnim mostovima.

jednom nizu, pa je objekat izgrađen kao jednotraktan, djelomično prizeman, a djelomično dvokatan.

U prizemlju, u ravnini terena, smještene su kovačka, bravarska i mehanička radionica sa montažnom halom, zatim soba za majstora, alatnica, sanitarna grupa te predvorje sa stubištem za I. kat. S podom izdignutim oko 1 m iznad terena smješteno je skladište sa utovarnom i istovarnom rampom uz kolosjek.

Montažna hala isturena je izvan ravnine pročelja i proteže se kroz čitavu visinu prizemlja i I. kata, a kroz nju prolazi normalni kolosjek, kao odvojak pruge za dopremu ugljena, koji služi za vezu sa glavnom pogonskom zgradom.

U I. katu su smještene: električka, finomehanička i stolarska radionica, te skladište.

Zgrada je izgrađena sa zidem od opeke osim dijela zida uz brijeg, koji je kao potporni zid izveden iz betona te zida montažne hale koja je, s obzirom na velike raspone, izvedena sa arm. betonskom skeletnom konstrukcijom.

Strop nad prizemljem je arm.-bet. ploča sa gredama, a ravni krov je izveden od montažnih elemenata od armirane šuplje opeke.

Zgrada za uređaj drobljenja ugljena

Situirana je između otvorenog skladišta ugljena i glavne pogonske zgrade s kojima je povezana kosim transporterima ugljena, a paralelna je sa zgradom radionica te je svojom podužnom osi orijentirana istok-zapad s južne strane normalnog kolosjeka. Smještaj uređaja za drobljenje ugljena te sam tehnološki proces uvjetovao je izgradnju objekta sa visokim centralnim dijelom tako, da jedan kosi transporter iz skladišta ugljena dovodi ugljen na najvišu platformu, odakle preko mlinova i ostalih uređaja usitnjeni ugljen pada na drugi kosi transporter, koji iz najnižeg dijela objekta odvozi ugljen na najvišu etažu glavne pogonske zgrade.

Uz centralni dio objekta izgrađena je prizemna prigradnja na zapadnoj strani za smještaj vaga, a na istočnoj strani dograđeno je prizemno krilo, u kojem su smješteni: osobni ulaz sa predvorjem, iz kojeg se ulazi u rasklopnicu, prostor drobilane, sanitarne prostorije i garderobu, te jedna trafo-ćelija sa ulazom izvana (vidi sl. 7.).

Čitav objekat izveden je sa zidem od opeke, betonskim podrumskim zidovima i temeljima, a nosiva konstrukcija uređaja za drobljenje izvedena je od armiranog betona, kao i stropovi nad podrumom, prizemljem te platforme i stubište.

Centralni, visoki dio objekta, u kojem leže strojevi, izveden je u konstruktivnom pogledu kao prostorni višespratni okvir na četiri stupa. Kod formiranja i dimenzioniranja ove konstrukcije moralo se je uzeti u obzir i znatne dinamičke, vertikalne i horizontalne sile, koje mogu nastupiti prilikom rada strojeva.

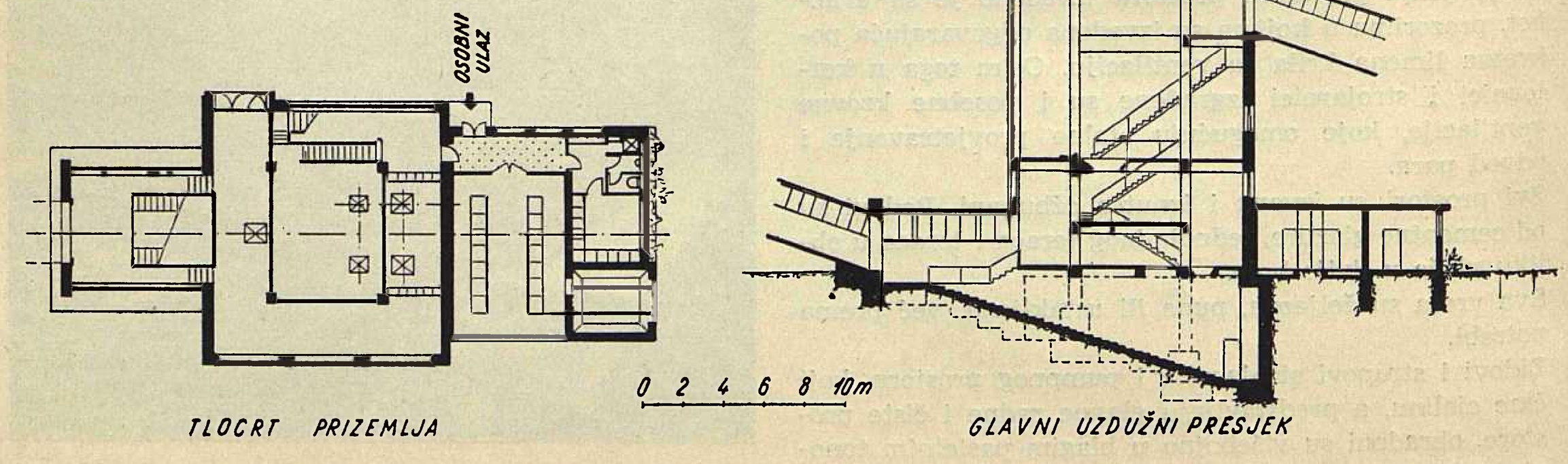
Svi krovovi su ravni sa montažnim gredicama od arm. šuplje opeke. S obzirom na nejednakost opterećenja, visokog centralnog dijela objekta i niske prigradnje na istočnoj strani, pa prema tome i nejednakog slijeganja, krov prigradnje nije kruto vezan, već slobodno položen na zid visokog dijela, a dilataciona reška pokrivena je limom.

Svi su prozori u pogonskim prostorijama od betona, a u pomoćnim prostorijama od drva. Vrata su na pogonskim prostorijama od željeznog lima, a ostala drvena.

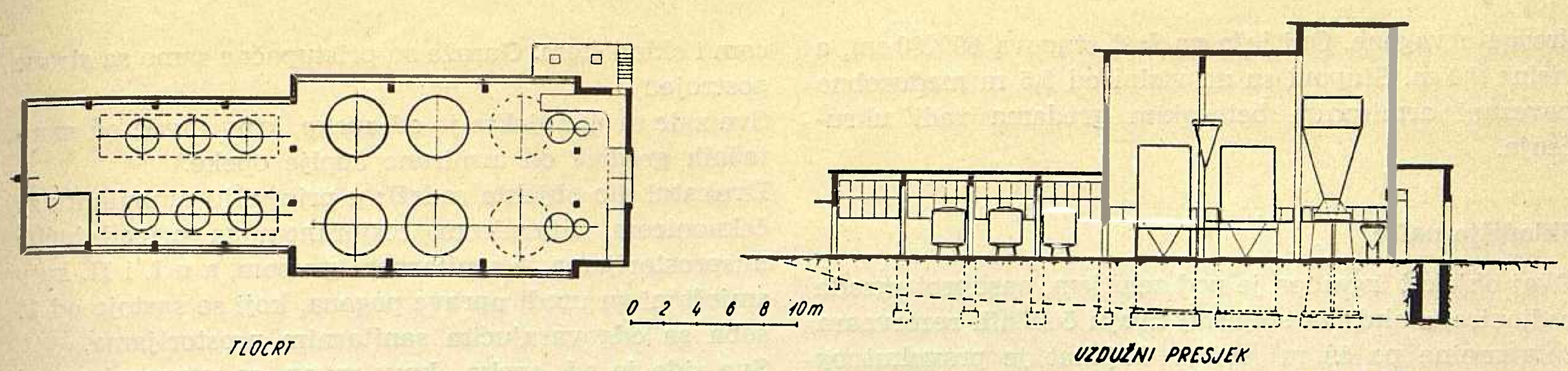
Otvoreno skladište ugljena

Doprema ugljena iz rudnika do elektrane vrši se normalnim željezničkim vagonima. Dužina pruge iznosi cca 1,5 km. Da bi se osigurao pogon i u slučaju kraćih prekida dopreme ugljena, izvedeno je u okviru samog postrojenja skladište ugljena kapaciteta 20.000 t. Za posluživanje ovog skladišta postoji mosna dizalica, koja se kreće na posebnim šinama sa obe strane skladišta. Na dužim stranama ovog skladišta smješteni su podzemni hodnici sa transportnim trakama. Ovi su hodnici izvedeni iz armiranog betona sa jakim nosačima zbog relativno velikog opterećenja zemljom odnosno ugljenom, koje može na njih djelovati. U kosom stropu su hodnici providđeni otvorima, kroz koje ugljen iz skladišta pada na transportnu traku.

Ove dvije transportne trake vezane su poprečnom trakom na kraju skladišta, a sa ove trake ugljen se presipava na kosi transporter, koji ga prenosi u zgradu za drobljenje. Hodnik poprečne trake je također podzeman, ali nema otvore za ubacivanje ugljena.



Sl. 7. Tlocrt prizemlja i uzdužni presjek zgrade uređaja za drobljenje ugljena. *Elektroprojekt, Zagreb*



Sl. 8. Zgrada za kemijsko čišćenje vode (dekarbonizacija). *Elektroprojekt, Zagreb*

Kosi transporter, koji vodi od skladišta do drobilane i glavne pogonske zgrade dug je oko 100 m. Obe su konstrukcije slično izvedene kao rešetke iz profilnih željeza, a obložene su izvana valovitim salonitom. Unutar konstrukcije se uz transportnu traku nalazi i staza za reviziju i kontrolu u obliku stepenica.

Zgrada za kemijsko čišćenje vode (dekarbonizaciju)

situirana je nasuprot rashladnih tornjeva, a paralelno sa zgradama radionice i drobilane tako, da je podužnom osi orijentirana istok-zapad.
Smještaj uređaja za pročišćavanje vode uvjetovao je tlocrtni oblik izduženog pravokutnika sa nejednakim visinama u uzdužnom presjeku već prema visini pojedinih uređaja kako je to vidljivo iz tlocrta i presjeka (sl. 8.).
Potreba za slobodnim prostorom unutar zgrade, bez stupova koji bi ometali montažu i demontažu uređaja te velika potrebna visina objekta — diktirale su upotrebu arm.-betonske skeletne konstrukcije sa ispunom od opeke. Krovovi su ravni sa montažnim armiranim elementima od šuplje opeke.
Temeljenje stupova je izvedeno do nosivog tla, koje se mjestimično nalazi na dubini od cca 4 m od površine, sa pojedinačnim betonskim blokovima. Isto tako su izvedeni i temelji pojedinih željeznih rezervoara unutar zgrade.

Tornjevi za hlađenje vode

Rashladni tornjevi su izvedeni prema uobičajenom klasičnom tipu. U podnožju tornja nalazi se bazen, izveden iz armiranog betona, dubok 0,5 m, promjera oko 31 m. Dno bazena ima pad prema srednjem dijelu, koji ima oblik bunara promjera 10 m, a dubine 4 m. Bazen je betoniran na tlu, a zbog velikih dimenzija je izveden sa dilatacionom reškom, koja je zabrtvena pomoću dilatacione trake od bakarnog lima.
Sama konstrukcija tornja sastoji se u donjem dijelu iz osam stupova od armiranog betona visokih 7 m, koji su na svom gornjem kraju povezani prstenom iz armiranog betona u obliku osmerokuta. Stupovi su fundirani na pojedinačnim betonskim temeljima, koji leže na nosivom tlu ispod bazena. Na mjestima, gdje stupovi prolaze kroz ploču bazena izvedena je reška, koja omogućava slobodno pomicanje. Ove su reške potrebne zato, jer je i fundiranje i opterećenje stupova i ploče različito, pa bi u slučaju krute veze neminovno došlo do pucanja betona i s tim u vezi do propuštanja i gubitaka vode u teren. Ove su reške ispunjene brtvom iz plastičnog bitumena.

Na spomenutom armiranom betonskom osmerokutnom prstenu izveden je gornji dio tornja iz čeličnih valjanih profila, koji nose daščanu oplatu.
Donji dio konstrukcije iz armiranog betona djeluje kao prostorna okvirna konstrukcija, pa je kao takva računata i konstruirana.
Ukupna visina tornja iznosi 30 m, a promjer u gornjem dijelu 18 m.

Sl. 9. Upravna zgrada.

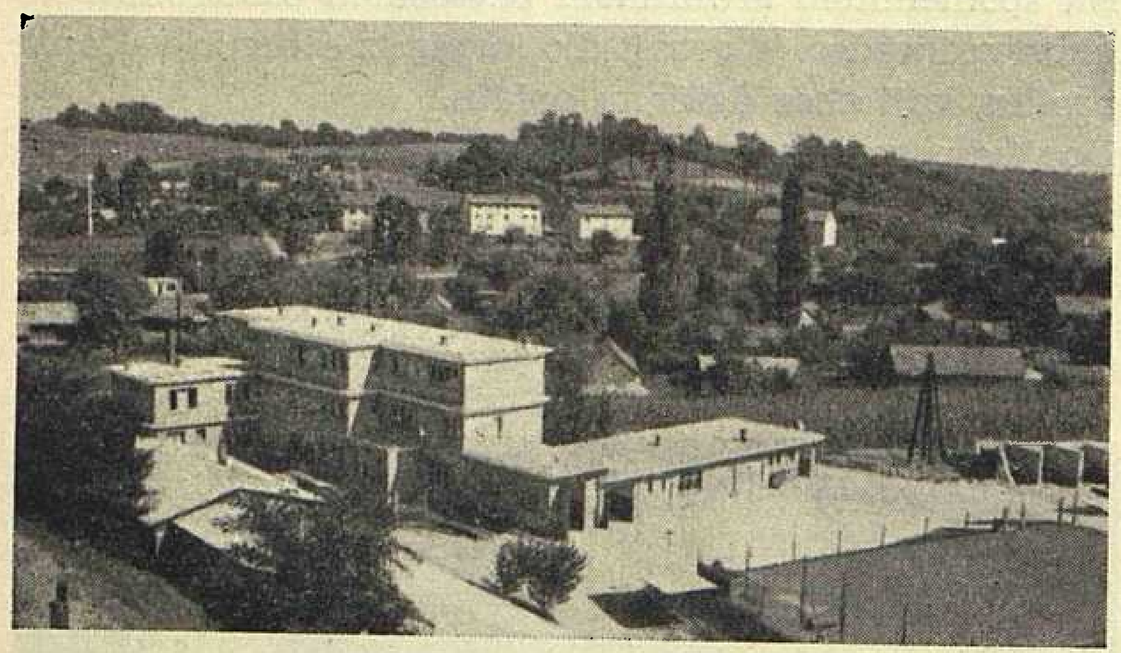
Objekti uređaja za otpremu drozge

Mehanička otprema drozge i pepela vrši se pomoću transportnih traka do silosa za drozgu, a odatle pomoću posebnih vagona kolosjekom normalne širine u deponiju. Položaj glavne pogonske zgrade i ostalih objekata uslovljavao je lomljenu trasu za transporter. Na mjestu loma trase izvedena je t. zv. presipna kućica, u kojoj se drozga prebacuje sa jednog transportera na drugi. Temelji, zidovi i krov ove kućice su iz betona, odnosno armiranog betona, a konstrukcija poda unutar kućice je izrađena od čeličnih nosača. Ova kućica leži djelomično na potpornom zidu, što je uzrokovalo stanovite poteškoće kod temeljenja.
Silosi za drozgu predstavljaju objekat veličine 11,8×6,2 m u tlocrtu, visine 17,3 m. U donjem dijelu prolazi kroz njega normalni kolosjek. Iznad toga su smještena dva silosa, a nad silosima je prostorija u kojoj završava transportna traka. Ovaj najgornji dio je orijentiran u smjeru transportera t. j. pod kutem od oko 26° prema glavnoj osi donjeg dijela objekta.
Čitava je konstrukcija izvedena od armiranog betona na betonskim pojedinačnim temeljima. Silosi su plošne, armirane betonske konstrukcije, približno kvadratičnog tlocrta sa dnom u obliku lijevka i otvorom za ispuštanje

drozge u vagone. Oni leže na šest stupova 60×60 cm, a visine 9,0 m. Stupovi su na visini od 5,5 m međusobno povezani armiranim betonskim gredama radi ukrućenja.

Skladište nafte

Ovaj objekat izgrađen je pod zemljom, nasuprot zgrade radionice, a služi za smještaj dvaju čeličnih rezervoara zapremnine po 50 m^3 svaki. Objekat je pravokutnog oblika sa dnom i stijenama od armiranog betona i sa dva metra debelom pokrovnom armiranom betonskom



Sl. 10. Pogled na upravnu zgradu i stambenu koloniju.

pločom koja je, u svrhu zaštite od eventualnih protuavionskih napada, izvedena na zahtjev P. A. Z-a. Odozgo je nasut sa cca 0,5 m zemlje tako, da su na površini vidljivi samo poklopci silaznih okna. Objekat je spojen sa glavnom pogonskom zgradom podzemnim hodnikom sa armirano-betonskim stijenama i stropom, a služi za smještaj dovodnih cijevi te za saobraćaj u svrhu kontrole.

Vanjsko rasklopno postrojenje

Smješteno je na nasutom platou između skladišta ugljena i glavne prilazne ceste — veličine cca 60×120 m i ograđeno 2 m visokom ogradom od žičanog pletiva. Glavni osobni ulaz smješten je na zapadnoj strani, kroz koji se obavlja transport transformatora i ostalih aparata. Portali dalekovoda izvedeni su od prefabriciranih stupova i greda sa temeljima od betonskih blokova. Nosači i postolja aparata izgrađeni su na licu mjesta kao arm.-betonske skeletne konstrukcije, sa pojedinačnim temeljima od betonskih blokova.
Kabelski kanali u zemlji, kao i temelji transformatora sa uljnim jamama, izvedeni su od betona.

Zgrada uprave pogona

Ovaj objekat čini cjelinu sa garažama i vratarnicom, a smješten je kod ulaza u postrojenje tako, da vratarnica i garaža obrazuju prizemno krilo, smješteno okomito na prilaznu cestu, a zgrada uprave dvokatni objekat, situiran paralelno sa cestom na kraju niskog dijela i okomito na njega, a u udaljenosti od cca 20 m od ceste. Na ovaj način pred zgradom uprave je stvoren mali trg, djelomično sa nasadima, koji pruža zaštitu od cestovnog prometa i buke.
Prizemni dio objekta sačinjava vratarnica sa ulaznim trijemom te pet boksova za vozila, priručnom radionicom i skladištem. Garaže su pristupačne samo sa strane postrojenja.
Sve ziđe ovog objekta je od opeke, krov ravan od montažnih gredica od armirane šuplje opeke.
Dvokatni dio objekta sadrži: u prizemlju ambulantu sa čekaonicom, čitaonicom, restoranom sa pripadajućim nusprostorijama te sanitarnom grupom, a u I. i II. katu smješteni su uredi uprave pogona, koji se sastoje od 17 soba sa odgovarajućim sanitarnim prostorijama.
Sve ziđe je od opeke, krov ravan sa stropovima od montažnih gredica od arm. šuplje opeke, a unutarnja i vanjska obrada kao što je to uobičajeno kod ovakovih objekata.

Stambena kolonija

Sastoji se od četiri jednokatne zgrade sa podrumom, svaka sa šest dvosobnih stanova i to po tri u prizemlju i I. katu.
Smještene su s istočne strane glavne ceste na obronku brijega te su podužnom osi orijentirane sjever-jug tako, da su sobe okrenute na istok i zapad.
Pred zgradama je, izveden u terasama, mali park, koji pruža zaštitu od cestovne prašine, a uzdignuti položaj iznad ceste omogućava dobar pogled na kotlinu, u kojoj se pruža čitavo postrojenje.
Objekti su pravokutnog tlocrta sa centralno smještenim dvokrakim stubištem, dvotraktnim sistemom sa glavnim srednjim uzdužnim zidom.
Stanovi su sa potpunim komforom, ali tipskog karaktera sa stereotipnim tlocrtnim rješenjem.
Svi su objekti izgrađeni sa ziđem od opeke osim podrumskog ziđa, koje je od betona, sa arm. betonskim stropovima od montažnih gredica sa pločama.
Krovovi su dvostrešni sa pokrovom od crijepa.

Sl. 11. Stambena zgrada uz pumpnu stanicu pogonskog vodovoda.

Osim gore opisanih objekata izgrađeni su još i odgovarajući objekti za opskrbu pogonskom i pitkom vodom, razna skladišta, objekti odvodnje površinskih i fekalnih voda te odgovarajuće komunikacije za vezu između pojedinih objekata — kako za osobni tako i za kolni promet.
U težnji da se postrojenje što bolje uklopi u okolni pejsaž, a da se osoblju pogona omogući što ugodnije osjećanje za vrijeme rada, nastojalo se je što više slobodnih površina pokriti zelenilom, pa je u tu svrhu izvedeno zasađivanje pokosa i nasipa, te uređivanje malih parkova, kao mjesta za rekreaciju.

STROJARSKI DIO TERMOELEKTRANE JERTOVEC

Ing. Ante Gaćina i Ing. Milivoj Šimunić, Elektroprojekt, Zagreb 621.311.22:621-5

Ugljen se pretovaruje na skladište portalnim mostom s istovarnom grabilicom. Transportnim trakama prebacuje se do drobilice, a zatim u bunkere u kotlovnici. Voda za povratno hlađenje priprema se postupkom dekarbonizacije vapnom, a za kotlove se još destilira i otplinjuje. Toplinska shema pokazuje da u normalnom pogonu rade turbine 14,8 MW sa 2 kotla, a svaka turbina od 12,5 MW sa po jednim kotlom, ali da postoje na parnoj i na vodnoj strani poprečne veze. Upravljanje se vrši iz pojedinačnih komandnih ploča. Otprema drozge i pepela vrši se visokotlačnim hidrauličkim uređajem.

TRANSPORT I PRIPREMA GORIVA I VODE

Ing. Ante Gaćina

Osnovni podaci goriva

Osnovna gorivo za loženje kotlova u TE Jertovac jest ugljen, dočim je mazut predviđen za dodatno loženje kod vršnih opterećenja kotlova sa roštiljem i za potpaljivanje kotlova na ugljenu prašinu. Za slučaj hitnog potpaljivanja kotlova na ugljenu prašinu i ako je mazut u hladnom stanju, predviđeno je plinsko ulje. Od ugljena za termoelektranu predviđeni su ligniti iz rudnika Konjščina i ostalih zagorskih, te podravskih i bjelovarsko-križevačkih rudnika, već prema raspoloživosti slabijih asortimana. Međutim uređaji za transport i pripremu ugljena računati su za najgori slučaj, t. j. za najslabije karakteristike ugljena i to:

Kalorična vrijednost	H_u = 1600–1800 kcal/kg
Vode	w = 36,0–45,0 %
Pepela	a = 20,0–30,0 %
Sumpor izgorivi	s = 0,9– 1,2 %
Volatila	v = 20,0–24,0 %

Mazut se dobavlja iz domaćih rafinerija nafte, kao Rijeka, Sisak i Sl. Brod. Uslijed toga je sastav različit, ali u srednjim vrijednostima približava se t. zv. mazutu *Bunker C*, čije srednje vrijednosti su:

Viskozitet kod 100 °C	4– 8,5 °E
Plamište	80–125 °C
Gorište	140 °C
Sumpor	0– 3,5 °C
Ugljik	80 %
Voda	0,5– 2,5 %
Specifična težina	0,925– 0,932
Pepeo	0,3– 1,1 %

Iako je sastav mazuta *Bunker C* (teško lož-ulje) određen po jugoslavenskom standardu kao i USA-standardu, ipak se oni razlikuju, jer zavise o porijeklu sirove nafte i postupku proizvođača. Unatoč toga, što je viskozitet različit, može se regulacijom grijanja dotjerati mazut na propisani viskozitet na ulazu u sapnicu.

Doprema i priprema ugljena

Lokacija deponije ugljena prikazana je na slici 2, str. 291.

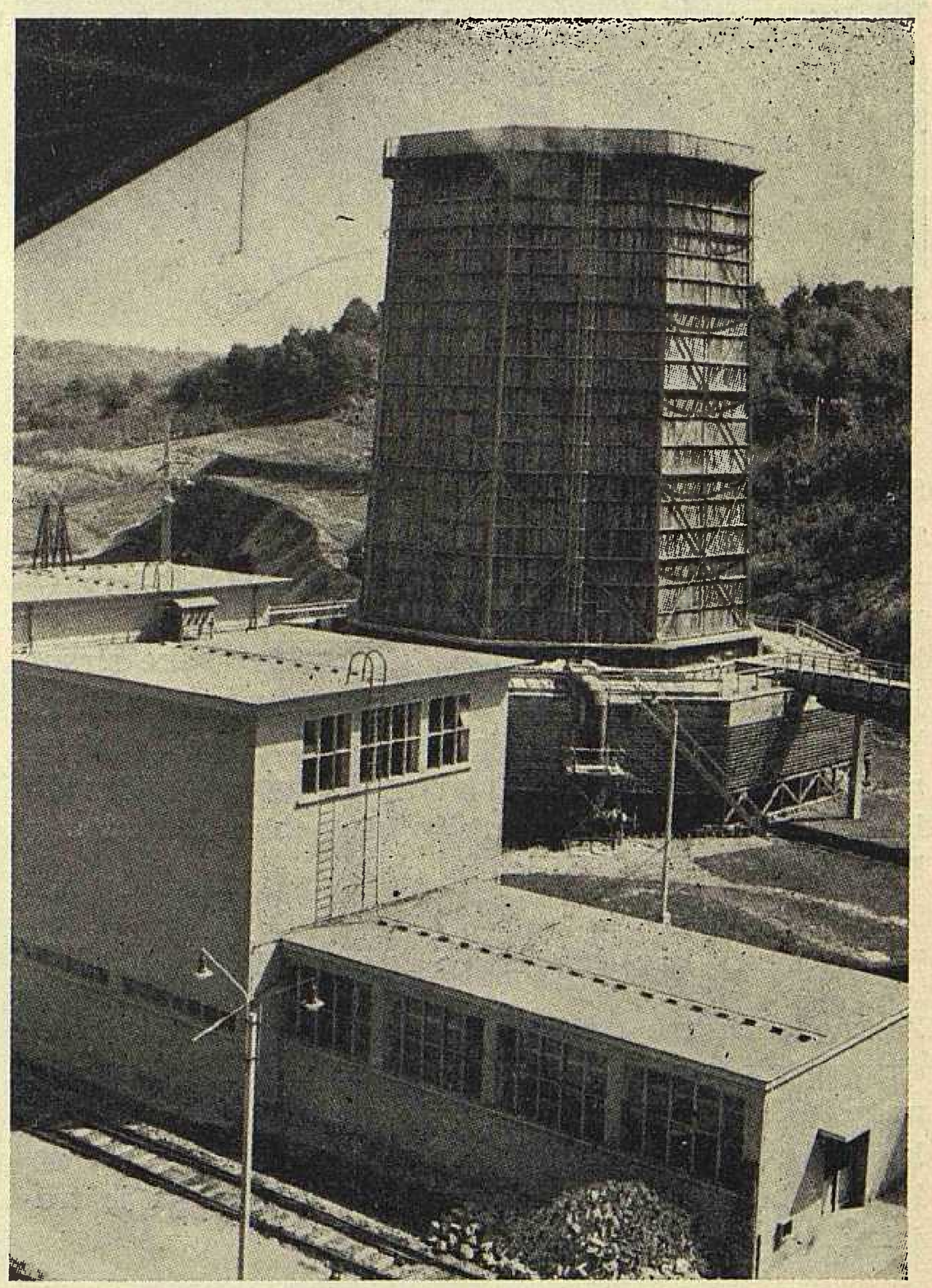
Termoelektrana Jertovec izgrađena je relativno blizu rudnika ugljena, ali je ipak, morala dobiti i neugodne elemente dopreme ugljena, a to je čitavi sklop transporta željeznicom. Postojeća deponija smještena je između istovarnih kolosijeka br. 2 i br. 3, te ima površinu 100 × 40 m i sa prosječnom visinom od 5 m može se u nju smjestiti oko 12800 tona ugljena. Za puni učin elektrane uz faktor opterećenja 0,7 i potroškom od 2,3 t ugljena za 1 MWh deponija ima rezervu od

$$\frac{12800}{39{,}8 \cdot 24 \cdot 0{,}7 \cdot 2{,}3} = 8{,}4 \text{ dana.}$$

Kako je ta rezerva malena, u planu je povećanje deponije za još 10.000 t, pa će tada uz iste uvjete deponija imati rezervu od

$$\frac{12800 + 10000}{39{,}8 \cdot 34 \cdot 0{,}7 \cdot 2{,}3} = 14{,}9 \text{ dana.}$$

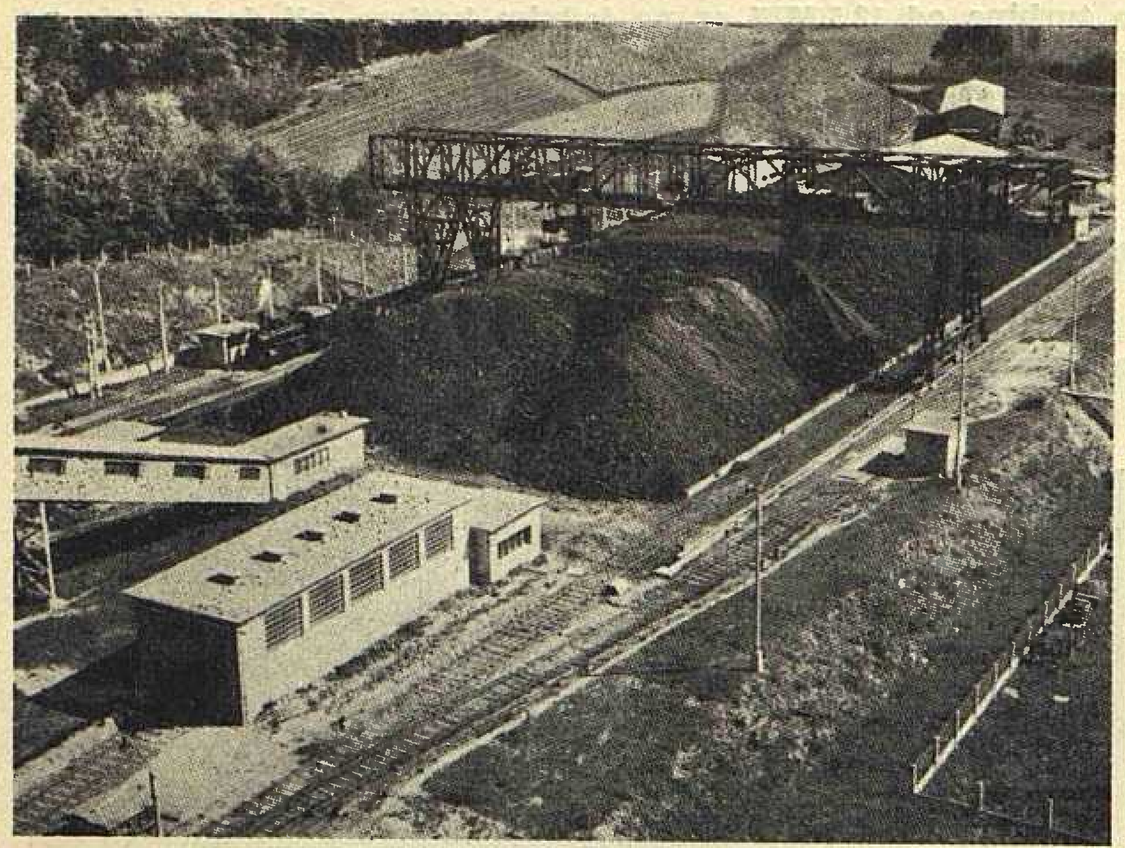
Ova konačna rezerva može se smatrati zadovoljavajućom pošto se elektrana nalazi u blizini rudnika i jer je proračun rezerve proveden za puni učin sa 3 agregata.



Slika 1. Zgrada za kemijsku pripremu vode i rashladni toranj.

Doprema ugljena do deponije

Ugljen se doprema iz raznih zagorskih rudnika do željezničke stanice Konjščina na kojoj su izgrađeni posebni kolosjeci za sabiranje punih i praznih vagona. Na kolosijeku za pune vagone nalazi se i mosna vaga po kojoj željeznica obračunava troškove transporta.



Slika 2. Pogled na skladište ugljena i početak kosog transportera (lijevo).

Sa stanice Konjščina otpremaju se puni vagoni ranžirnom lokomotivom do deponije TE Jertovec, koja se nalazi u neposrednoj blizini. Na samoj deponiji ugljena postoje uzdužno dva kolosijeka sa sjeverne strane i dva kolosijeka (br. 3 i 4) sa južne strane. Sa svake strane jedan kolosijek služi za smještaj punih vagona, a drugi kao povratni (zaobilazni) kolosijek za lokomotivu. Povrat praznih vagona također se vrši pomoću ranžirnih lokomtiva, koje se dopremaju na sabirnu stanicu u Konjščini.

Istovarni uređaji na deponiji (sl. 2)

Za mehanizirano pražnjenje vagona postavljen je jedan portalni pretovarni most sa istovarnom grabilicom na pokretnoj mački. Most može prazniti sa bilo kojeg kolosijeka (1, 2, 3 i 4), koji su uz deponiju, i baciti ugljen na bilo koju točku deponije. Uloga mosta je trojaka:

pražnjenje vagona,
uzimanje sa deponije,
prebacivanje na deponiji.

Karakteristike i parametri mosta

Raspon	50.000 mm
Konzole po	8.000 mm
Prolazna visina	11.655 mm
Volumen grabilice	2,5 m³
Istovarni kapacitet	max. 70 t/h
Brzina gibanja mosta	max. 100 t/h
Kapacitet prebacivanja	30 m/min.
Brzina gibanja mačke	84 m/min.
Brzina dizanja grabilice	50 m/min.
Motori za gibanje mosta	2 × 38 kW
Motor za gibanje mačke	1 × 14,7 kW
Motori za dizanje pune grabilice	2 × 26,5 kW
Motori za otvaranje grabilice	2 × 26,5 kW
Osovine mosta povezane	električki
Vozna duljina	100.000 mm

Istovarni satni učin pretovarnog mosta pokriva satni potrošak termoelektrane, ali radi stvaranja zaliha, je ugrađena još 1 mačka sa 1 kašikom na mostu, koji je statički bio predviđen za takovo povećanje učina u II. etapi. Time se maksimalni učin nije povećao za dvostruko radi nemogućnosti korištenja u potpunosti sinhronog rada dviju mačaka na istome mostu. Radi toga učin istovara za dvije mačke narastao je na nešto više od 100 t/h što sasvim zadovoljava.

Otprema ugljena deponije

Lijevo i desno uzduž deponije ugrađeni su uzdužni bunkeri betonske izvedbe. Duljina pojedinog bunkera iznosi 99500 mm, a širina gornjeg otvora 5200 mm. Po cijeloj duljini jednog i drugog bunkera može se smjestiti oko 2200 t ugljena, tako da to predstavlja rezervu ugljena za slučaj kvara na istovarnome uređaju, i to:

2 dana za slučaj rada triju agregata sa faktorom 0,7;
6 dana za slučaj rada jednog agregata sa faktorom 0,7.

Ispod uzdužnih bunkera nalaze se uzdužne transportne trake na koje bacaju ugljen rotacioni dodavači, koji izvlače ugljen iz uzdužnih raspora sa dna bunkera. Uzdužne trake montirane su u podzemnom tunelu, a u svakom tunelu nalaze se po 2 rotaciona dodavača. U tunelu je provedena ventilacija sa prirodnom promajom preko okna koja su provedena do vrha bunkera.

Karakteristike trake

Širina	650 mm
Brzina	1,28 m/sec
Duljina	99 m
Nagib	0°
Pogonski motor	11,5 kW

Obe trake, lijeva i desna, imaju iste karakteristike.

Karakteristike dodavača

Tip	sa rotirajućim lopatama
Promjer lopata	ø 1830 mm
Kapacitet	100 t/h
Pogon	preko trake

Transport od deponije do drobilice

Uzdužne trake prebacuju ugljen na poprečne trake, i to, lijeva uzdužna prebacuje na lijevu poprečnu, a desna uzdužna prebacuje na desnu poprečnu traku. Obe poprečne trake, lijeva i desna, sastaju se i prebacuju ugljen u presipu na prvi kosi transporter koji transportira ugljen do na vrh drobilice. Poprečni kao i uzdužni transporteri nalaze se u tunelu ispod nivoa terena, dočim prvi kosi izlazi iz nivoa terena i pod nagibom od 18° penje se na drobilicu. Smješten je u zatvorenoj čeličnoj konstrukciji mosta.

Karakteristike lijevog poprečnog transportera

Širina trake	650 mm
Brzina	1,315 m/sec
Duljina	23900 mm
Nagib trake	12° 30′
Snaga motora	3,2 kW

Karakteristike desnog poprečnog transportera

Širina trake	650 mm
Brzina	1,315 m/sec
Duljina	15900 mm
Nagib trake	19⁰
Snaga motora	3,2 kW

Karakteristike I-kosog transportera

Širina trake	800 mm
Brzina	1,53 m/sec
Visina dizanja	14500 mm
Duljina	57500 mm
Nagib	18⁰
Širina mosta	2700 mm
Snaga motora	18,5 kW

Uređaj za drobljenje ugljena (sl. 3).

Za kotlovnicu treba predvidjeti dvije vrste granuliranog ugljena, i to:

za 2 kotla Sulzer sa izgaranjem na roštilju trebamo lignit granulacije 0—60 mm,
za 2 kotla Waagner-Biro sa loženjem na ugljenu prašinu, trebamo lignit granulacije 0—30 mm.

Tok ugljena kroz drobilicu je radi toga slijedeći:

Ugljen koji dolazi u drobilicu dijeli se u 2 paralelna toka. U svakome toku ugljen ide preko kalibriranih valjkastih sita, preko grube drobilice i konačno preko fine drobilice.

Kalibrirano sito odvaja ugljen koji ima veličinu zrna 60—250 mm te ga prebacuje na grubu drobilicu koja ga usitnjava na veličinu zrna 0—60 mm. Ugljen propušten kroz sito (0—60 mm) i onaj koji je izišao iz drobilice (0—60 mm) može ići na slijedeća dva toka:

ili direktno za kotlove Sulzer
ili za kotlove Waagner-Biro preko finog sita i fine drobilice.

Fino sito razdvaja ugljen granulata 0—30 mm, te ga vodi direktno na traku za kotlove Waagner-Biro, a ugljen 30—60 mm prebacuje na finu drobilicu koja ga dalje usitnjava na veličinu 0—30 mm. Sav ugljen iz drobilice, granulata 0—60 mm i 0—30 mm, vodi se preko jedne trake 800 mm širine koja je ugrađena u II-kosi most od drobilice do glavne pogonske zgrade.

Karakteristike grubog sita:

Tip	sistem valjka
Prebacuje granulat	60–250 mm
Propušta granulat	0–60 mm
Kapacitet toka 60–250 mm	2 × 60–70 t/h
Kapacitet toka 0–60 mm	2 × 30–40 t/h
Ukupni kapacitet	2 × 100 t/h
Snaga motora	2 × 6 kW

Karakteristike grube drobilice:

Tip	specijalna izvedba koja jedina odgovara za drvenaste lignite, t. zv. Kurbelsägebrecher (vidi sliku ??)
Izlazni granulat	0–60 mm
Kapacitet	2 × 60–70 t/h
Snaga motora	2 × 32 kW

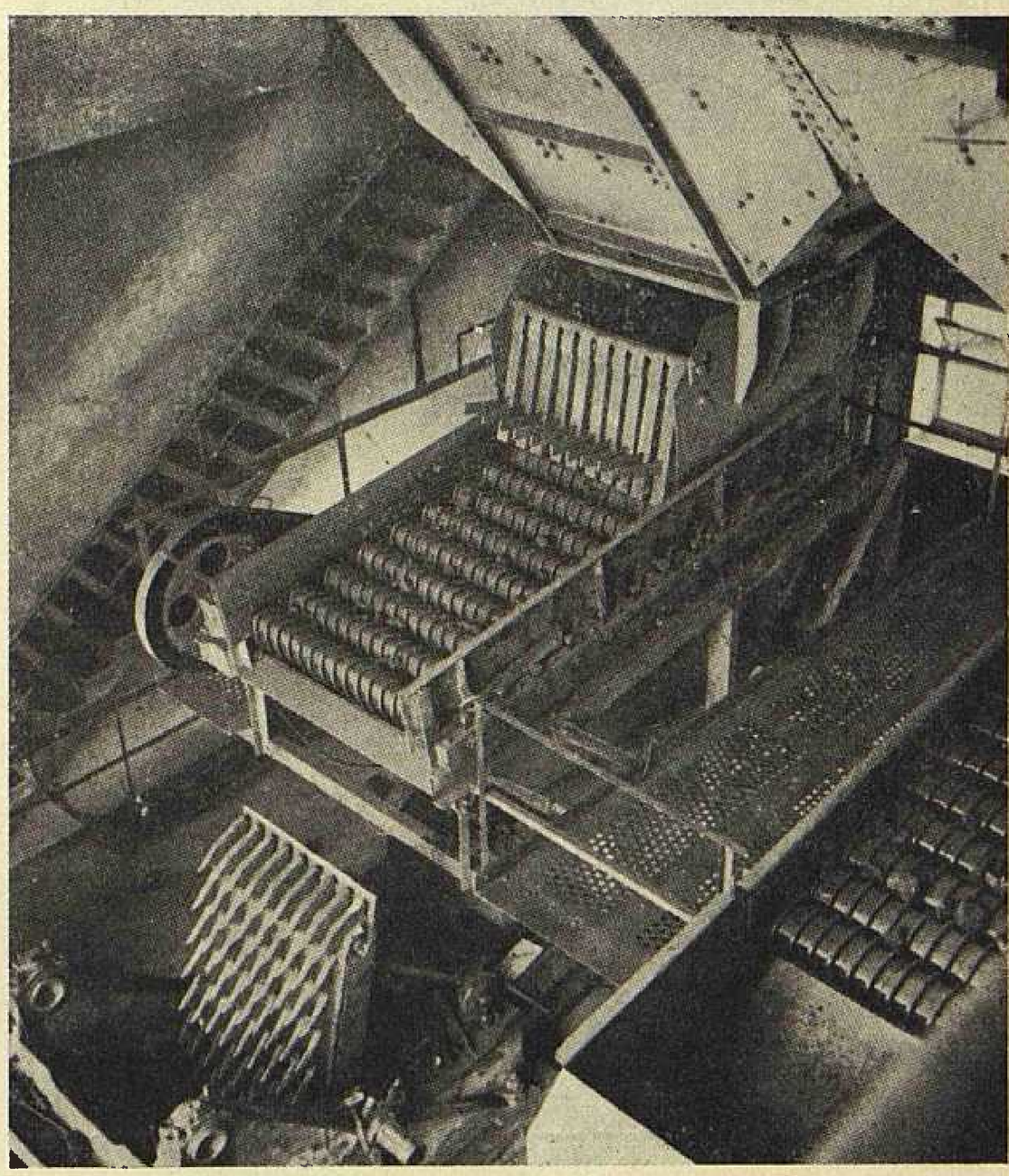
Karakteristike finog sita:

Tip	treskalica
Prebacuje granulat	30–60 mm
Propušta granulat	0–30 mm
Kapacitet toka 30–60 mm	2 × 60–70 t/h
Kapacitet toka 0–30 mm	2 × 30–40 t/h
Kapacitet ukupni	2 × 100 t/h
Snaga motora	2 × 5,3 kW

Karakteristike fine drobilice:

Tip	čekičar
Izlazni granulat	0–30 mm
Kapacitet	2 × 60–70 t/h
Snaga motora	2 × 58 kW

Na izlasku iz uređaja drobljenja, oba toka sastaju se u ljevcima koji sipaju ugljen na traku II-kosog transportera, a koji vodi do vrha kotlovskih bunkera.



Slika 3. Gruba drobilica ugljena.

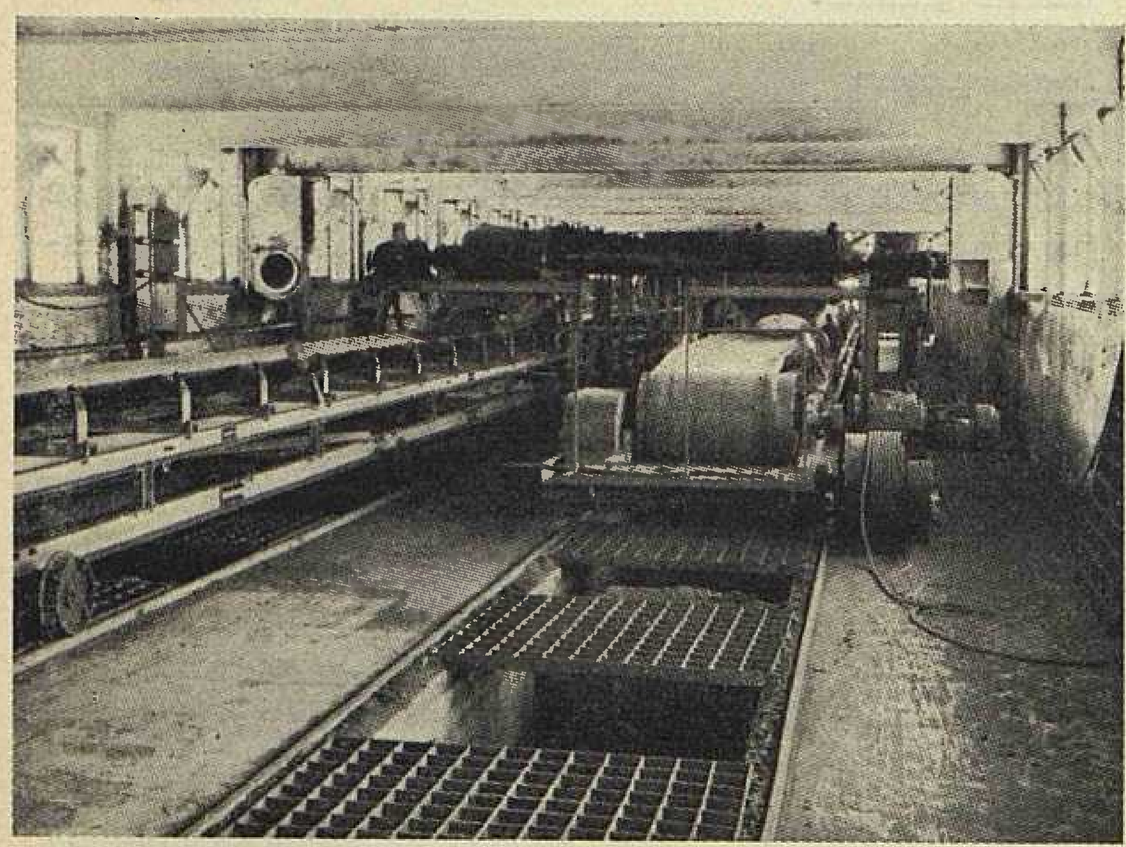
Kako imamo samo 1 traku od drobilice do kotlovnice, to za slučaj pogona kotlova Sulzer (ugljen 0—60 mm) i Waagner-Biro (ugljen 0—30 mm), moramo odvojeno puniti bunker. To se postizava tako, da najprije preko trake II kosog transportera punimo bunkere kotlova Sulzer, a zatim bunkere kotlova Waagner-Biro. Prebacivanje vrši se u drobilici pomoću zakretnih preklopaka (»klapa«). Rezerve ugljena u pojedinim bunkerima su sve iznad 8 sati, pa se stoga sva ova prebacivanja mogu izvršiti bez poteškoća.

Transport ugljena od drobilice do bunkera (sl. 6, str. 293)

Od zgrade drobilice do vrha kotlovnice postavljen je II-kosi most u kome se nalazi II-kosi transporter. Ovaj transporter prebacuje ugljen od drobilice na 2 fiksna

transportera, koja su montirana iznad bunkera po duljini kotlovnice, i to otprilike do sredine. Dalje se ugljen preko dvaju reverzibilnih transportera prebacuje u kotlovske bunkere.

Dvostruki sistem transportera, iznad bunkera, upotrebljen je radi boljeg punjenja bunkera. Iznad bunkera postavljene su grube rešetke (vidi sliku 4) radi zaštite ljudi i hvatanja zalutalih većih komada drvnih vlakanaca, koji bi mogli biti propušteni kroz drobilice granulata 0—60 mm.



Slika 4. Reverzibilni transporteri ugljena iznad bunkera.

Karakteristike II-kosog transportera:

Širina trake	800 mm
Brzina trake	1,54 m/sec.
Duljina	123.000 mm
Snaga motora	40 kW

Karakteristike fiksnog transportera:

Širina trake	800 mm
Brzina trake	1,49 m/sec.
Duljina	25.400 mm
Snaga motora	4,8 kW

Karakteristike reverzibilnog transportera:

Širina trake	800 mm
Brzina trake	1,49 m/sec.
Duljina	24.500 mm
Snaga motora	4,8 kW

Uređaj za odvajanje željeza

Željezo se uglavnom izdvaja iz ugljena da se spriječi oštećivanje mlinova. Radi toga montiran je izdvajač željeza na principu privlačenja magneta. Kako magneti imaju slabo djelovanje, a pogotovo kada se montiraju iznad trake, to je naknadno montiran specijalni signalni uređaj, koji registrira ne samo prolaz željeza, već i svakog metala. U slučaju prolaza željeza i metala kroz svitak indiktora kroz koji prolazi traka, uređaj smjesta iskapča motore, bijelim praškom automatski se označuje mjesto na traci gdje je bio metal, radnik ga skida i ponovno ukapča cijeli transportni uređaj. Ovaj uređaj montiran je samo na određenim transporterima, tako da ipak kontrolira sve prolaze i ne iskapča iz pogona cijeli sistem.

Vaganje ugljena

Ugljen koji dolazi na deponiju ne važe se u elektrani već se uzimaju podaci službenog vaganja kojeg vrši željeznica u stanici Konjščina. U elektrani važe se samo ugljen koji ide iz drobilice za kotlovnicu. Vaga je ugrađena u II-kosi transporter, a radi na principu automatske tračne vage, koja ima pokazivač prolaza ugljena u t/h kao i brojač koji sumira sav prebačeni ugljen.

Osim ovog zbirnog vaganja, pred ulazom u svaki kotao ugrađene su *Libra-vage* koje važu ugljen potrošen po svakome kotlu.

Doprema i priprema mazuta

Mazut se doprema u željezničkim cisternama u kojima se nalazi u zgusnutom stanju, pa ga treba zagrijavati direktnim upuhavanjem pare. Time se u mazut uvlači voda koja se naknadno ispušta sa dna rezervoara. Nije bilo moguće usvojiti indirektno grijanje, uronjavanjem t. zv. cijevne »banane«, radi sporog zagrijavanja cisterna.

Čim je mazut postao dovoljno tekuć tjera se preko pumpe specijalne konstrukcije u 2 podzemna rezervoara, svaki sadržine po 50 m^3. Cijeli cijevni sistem do rezervoara, sami rezervoari i sistem od rezervoara do kotlovnice grijan je parom. U rezervoare ugrađene su parne grijaće zmije, a cijevi su grijane tako da je uz njih položena parna grijaća cijev, a sve skupa obavijeno je izolacijom. Radi zaštite rezervoari su dosta duboko ukopani i osigurani dovoljno debelom armirano betonskom pločom. Odvodnja iz najdubljih kota vrši se odmuljnim pumpama, koje odvodnju i talog prebacuju u posebne jame, jer materiju koja sadrži naftu ne smije se prebacivati u kanalizaciju.

Tlačne pumpe koje prebacuju mazut iz rezervoara u kotlovnicu nalaze se također ispod zemlje u betonskoj komori koja je odvojena od betonskih komora u kojima se nalaze rezervoari mazuta. Radi sigurnosti električna instalacija je kapslovana i odvojena od rezervoara.

Početno zagrijavanje vrši se zasićenom parom 1,5 ata, a pogonsko grijanje održava se parom 1,2—2,5 ata. Neposredno ispred sapnice nalaze se visokotlačni zagrijači i visokotlačne pumpe.

Osnovni podaci

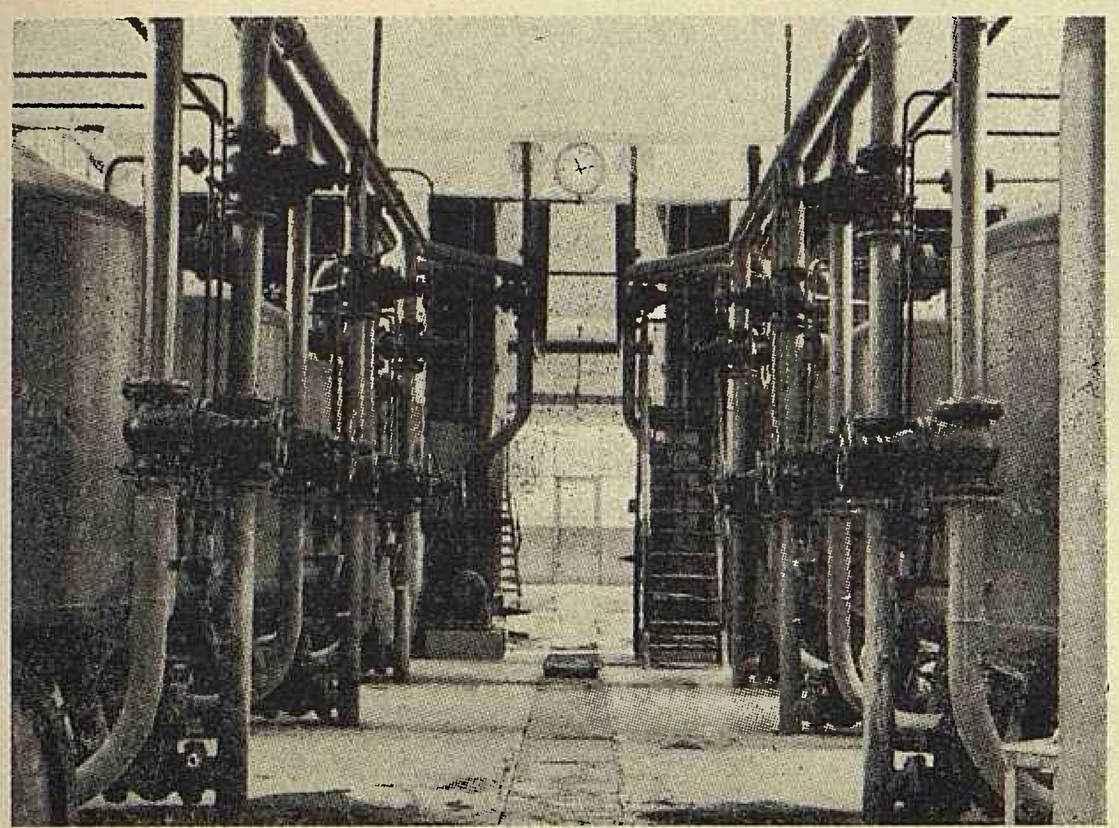
Kapacitet rezervoara	2 × 50 m^3
Niskotlačne pumpe	$Q = 2 \times 4$ t/h $H = 180$ m V. S.
Visokotlačne pumpe	$Q = 3 \times 2$ t/h $H = 40$ m V. S.
Izlazna temperatura iz zagrijača	do 130 °C
Para za zagrijavanje zagrijača	12 ata
Kapacitet cijelog uređaja	4 t/h

Voda

Snabdijevanje vodom za pogon termoelektrane Jertovec se vrši iz rijeke Krapine iza utoka rijeke Selnice Minimalna količina vode, sumarno u obim rijekama, je u sušnim godinama najmanje 120 lit/sec, a u katastrofalno sušnim godinama je najmanje 80 lit/sec. Ova količina vode pokriva sve potrebe elektrane sa povrat-

nim hlađenjem kondenzatora, jedino u katastrofalno sušnim godinama koje se događaju 2—3 puta u stoljeću, može doći u pitanje hidraulička otprema drozge, pa zato je prema idejnom projektu za taj slučaj predviđen mehanički transport.

Potrebna količina vode za piće i snabdijevanje stambene kolonije dobiva se iz arteškog bunara koji je izbušen s južne strane prilaznog puta na približno pola puta između termoelektrane i stambene kolonije.



Slika 5. Pješćani filteri uređaja za kemijsku pripremu vode.

Pregledno pokazavši elektrana treba 4 vrste vode:

a) Dekarboniziranu vodu za dodavanje u rashladni sistem, napajanje isparivača, hlađenje ležajeva i brtva napojnih pumpa.

b) Napojna voda za dodavanje u parne kotlove, štrcanje u pregrijače radi regulacije pregrijanja i za štrcanje u hladionike pare kod redukcione stanice.

c) Pitku vodu za sanitarne potrebe i piće.

d) Sirovu vodu za opće potrebe, pranje, polijevanje, gašenje požara, hlađenje raznih uređaja, hidrauličku otpremu pepela, i t. d.

Količine vode potrebne za pogon su ove:

	I. etapa m³/h	II. etapa m³/h	Ukupno m³/h
Dodatna voda za hladionike turbinskog kondenzata	60	100	160
Dodatna voda za kotlove	4	6	10
Hlađenje ležajeva i ulja	6	10,5	16,5
Higijenske potrebe	0,5	1	1,5
Transporteri drozge	2	—	2
Hidraulička otprema drozge i pepela	34	78,5	112,5
Ukupno	**102,5 m³/h**	**200,0 m³/h**	**312,5 m³/h**
ili	**30 l/sec.**	**59 l/sec.**	**89 l/sec.**

Oko 50% navedenih količina gubi se u procesu, a preostalih 50% vraća se u Krapinu ispred zahvata kod pumpne stanice tako da ponovno ulazi u proces. Prema tome stvarna potreba vode iz Krapine iznosi 44,5 l/sec. Rješenjem Uprave za vodoprivredu NRH br. 4140/1956 dana je suglasnost za uzimanje vode iz Krapine u količini od 45 l/sec u sušnom periodu, kada protoka u potoku Krapina iznosi oko 120 l/sec.

Zahvat vode i transport do termoelektrane (vidi crtež na str. 287).

Na samome zahvatu montirane su 3 centrifugalne horizontalne pumpe, svaka po 150 m³/h kod manometarske visine od 60 m V. S. Pumpe tlače sirovu vodu od kote + 160,57 m N. V. do rezervoara u brdu, čiji se prelijev nalazi na koti + 208,80 m N. V. Rezervoar je betonske izvedbe te ima korisnu sadržinu od 500 m³. Od pumpne stanice do rezervoara vrši se transport vode kroz cjevovod promjera 350 mm ⌀, dužine 950 m. Od rezrvoara u brdu jedan dio vode ide izravno u zgradu dekarbonizacije (cjevovod 350 mm ⌀), a drugi dio tlači se pumpama 2×50 m³/h u rezervoar sadržine 40 m³ za opće potrebe.

Sastav vode

Voda ima karakterističan sastav površinskih voda, čija se tvrdoća uglavnom sastoji iz karbonatske tvrdoće. Kod kišnih dana voda je puna raznih nečistoća i poradi toga je otešćan pogon pripreme. Sastav vode je slijedeći:

Isparni ostatak	mg/l	337,6
Gubitak žarenja	,,	131,0
Kremična kiselina	,,	6,4
Kalcijskog oksida	,,	125,8
Magnezijevog oksida	,,	33,6
Sulfata (SO_3)	,,	18,1
Klorida (Cl)	,,	8,4
Organskih tvari	,,	7,2
Alkalitet uz:		
Fenolftalein »p«		0
Metiloranž »m« cm³ n/10 Hcl		5,4
Ukupna tvrdoća u ⁰ njem.		17,3⁰
Karbonatna tvrdoća u ⁰ njem.		15,1⁰
Ostatna tvrdoća u ⁰njem.		2,2⁰

Postupak dekarbonizacije (sl. 8, str. 295)

Analize pokazuju da sirova voda iz rječice Krapine ima vrlo visoku karbonatnu tvrdoću. Ovo je uvjetovalo da se kao kemijska priprema vode odabere postupak dekarbonizacije pomoću vapna. U ovom uređaju voda se umekšava na cca 3,0⁰ njem. tvrdoće.

Uređaj dekarbonizacije izveden je u 2 kolone, koje nakon proširenja u II. etapi davaju učin od 2 ×85 m³/h sa izlaznom tvrdoćom od 2—5⁰ nj., u prosjeku 3,0⁰ nj. Uređaj se sastoji iz posude za gašenje vapna (2 ×), tlačne posude (2 ×), razdjeljivača (2 ×), zasićivača (2 ×), reaktora (4 ×), kontaktne posude (2) i pješčanih filtera (8 ×).

U postrojenju dekarbonizacije od kemikalija dodaje se jedino aluminijski sulfat za slučaj jakih oborina kada je voda blatnjava i zamuljena.

Uređaj dekarbonizacije u I. etapi bio je izgrađen po kapacitetu 2 × 50 m³/h, međutim je za II. etapu povećan za još 2 × 35 m³/h, pa sada ima konačan kapacitet 2×85 m³/h. Efekt dekarbonizacije varira na izlaznu tvrdoću od 2—5⁰ njem. što zavisi o pogonu i vodi.

Daljnja priprema vode

Od ukupno 170 m^3/h pripremljene dekarbonizacije vode, ide 160 m^3/h za rashladne tornjeve (dodatna voda), a ostatak vode od 10 m^3/h ide u isparivače (evaporatore) gdje se pomoću destilacije priprema voda za napajanje kotlova. Destilatori (4 komada) ugrađeni su u glavnoj pogonskoj zgradi na koti nula u kondenzaciji. Pred ulaz dekarbonizirane vode i isparivače dodaje se natrijev karbonat, a neposredno pred napajanje u kotlove, dodaje se vodi još i natriumtrifosfat. Degaziranje vode vrši se u otplinjačima koji su postavljeni iznad rezervoara napojne vode. O toplinskoj pripremi vode vidi dalje u istom članku.

TOPLINSKA POSTROJENJA

Ing. Milivoj Šimunić

Kotlovsko postrojenje

Dispozicija

Dispozicija kotlovnice TE Konjščina je okarakterizirana izgradnjom u dvije etape.

U prvoj etapi postavljena su dva radijaciona parna kotla *Sulzer* s mehaničkim stepenastim roštiljem *Đuro Đaković*, učina 2 × 28/38 t/h, kod pogonskog tlaka 40 atp i temperature svježe pare od 450° C.

Navedena dva kotla predviđena su za dobavu potrebne pare za pogon turboagregata *BBC* 14.800 kW.

U drugoj etapi postavljena su dva radiaciona parna kotla *Waagner Biro-TPK*, s mlinskim loženjem učina 2 × 50/64 t/h kod pogonskog tlaka 43 atp i temperature svježe pare od 450° C.

Ova dva kotla predviđena su za dobavu potrebne pare za pogon turboagregata *Jugoturbina* 2 × 12.500 kW.

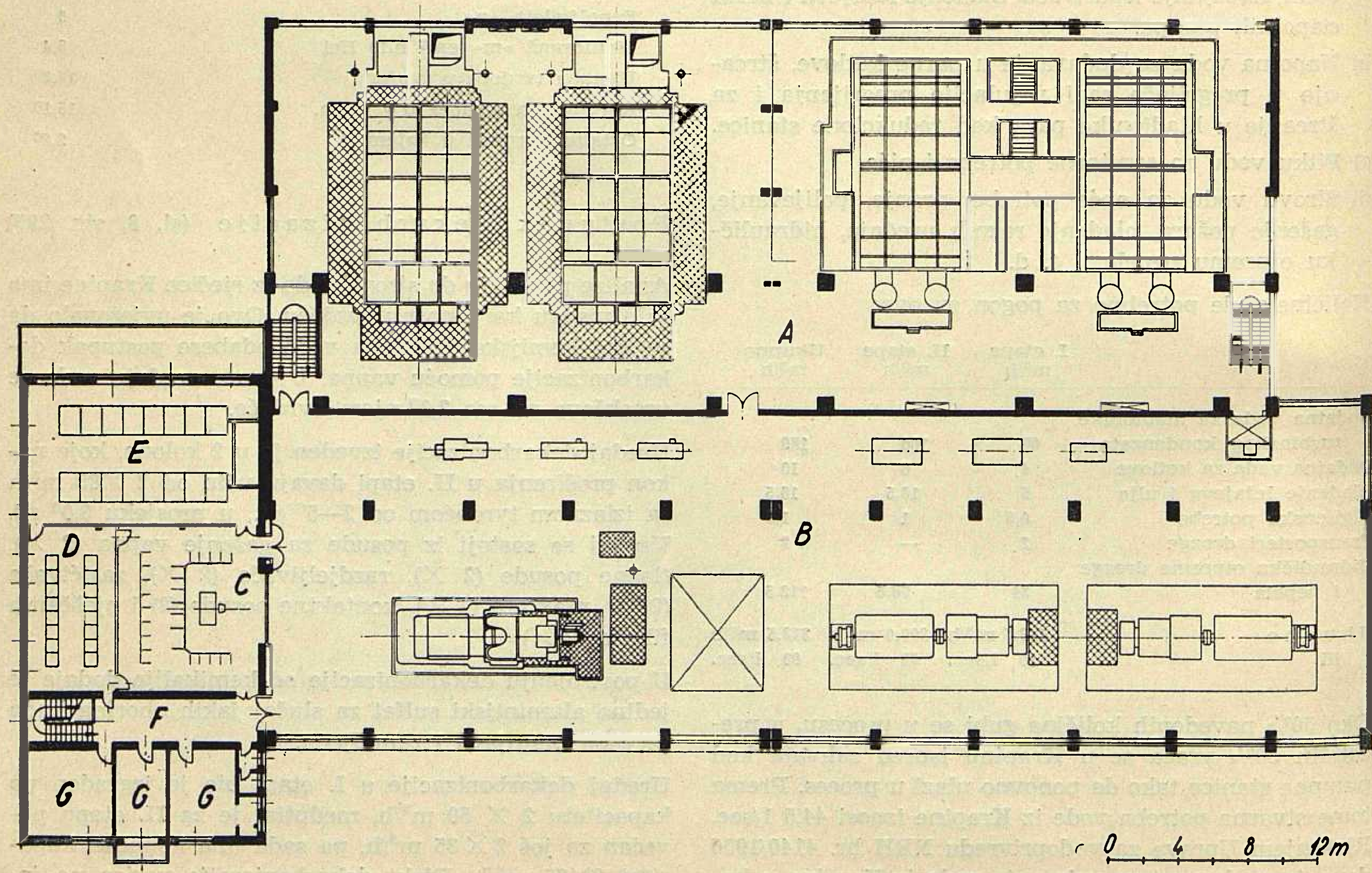
Kotlovnica, u koju su gore nabrojeni kotlovi ugrađeni, izrađena je od armiranog betona. Visina krova kotlovnice iznosi 25,5 m, a slobodna visina kotlovnice 24 m.

Cijela kotlovnica izrađena je kao jedinstvena hala i čini cjelinu s bunkerskim prostorom.

U bunkerskom prostoru na koti + 6,5 m smješteni su nadzorni i regulacioni uređaji za kotlove. Za svaki kotao predviđena je posebna komandna ploča. Ove komandne ploče opisane su u posebnom poglavlju ovog prikaza.

Na nivou +6,5 m kotlovnica ima oko kotlova punu betonsku ploču kao stajalište ložača. Iznad +6,5 m svi kotlovi stoje slobodno u kotlovnici, a nadzor kotlova i psluživanje vrši se preko galerija, izrađenih iz profilnog željeza s rešetkastim podovima.

U prostoru kotlovnice između nivoa +6,5 m i ± 0,00 m nalaze se ispod kotlova *Sulzer* mokri grabljasti transporteri za drozgu i pepeo ovih kotlova, koji leže u uzdužnim simetralama kotlova I. etape. Isto tako na tom prostoru su smješteni i uređaji za pogon meha-



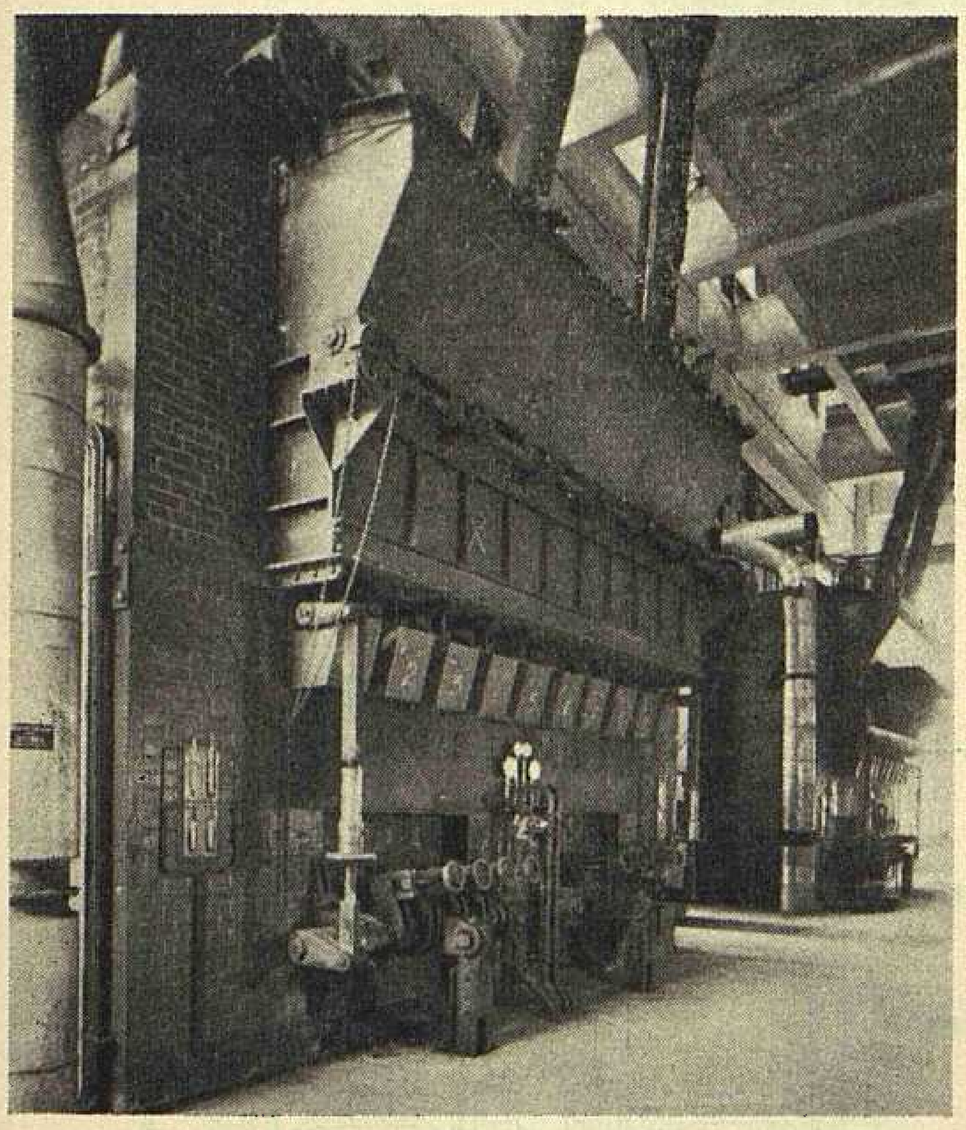
Slika 6. Tlocrt glavne pogonske zgrade elektrane na koti + 6,50 m. *A* – kotlovnica, *B* – strojarnica sa pumparnicom, *C* – električna komanda, *D* – glavni razvod n. n., *E* – rasklopno postrojenje 10 kV, *F* – hodnik, *G* – uredske prostorije.

Elektroprojekt, Zagreb

hičkih roštilja ovih kotlova i ventilatori za primarni i sekundarni zrak te ostali pomoćni uređaji.

Ispod kotlova *WB—TPK* nalaze se po četiri mlina ispod svakog kotla i uređaji za otpremu pepela i drozge, a isto tako i ventilatori za zrak.

Izlazi dimnih plinova iz kotla izvedeni su na strani kotlovnice prema vanjskoj stijeni kotlovnice, te se oni nastavljaju dimovodnim kanalima izvan zgrade kotlovnice. Kod kotlova *Sulzer* u dimovodne kanale na putu u dimnjak uključeni su izvan kotlovnice mehanički filteri dimnih plinova, a kod kotlova *WB-TPK*, dimovodni kanali bez prekida vode dimne plinove u dimnjak. Kod ovih naime posljednjih, filteri dimnih plinova izvedeni su kombinirano sa zagrijačima zraka. Ventilatori dimnih plinova svih kotlova nalaze se izvan kotlovnice.



Slika 7. Pogled na čelnu stranu kotlova *Sulzer*, kota 6,5 m.

U bunkerskom prostoru uz kotlovnicu na koti +27,20 m smješteni su trakasti transporteri za ugljen, a ispod njih bunkeri za ugljen. Bunkeri za ugljen su armirano-betonski. Ispod bunkera su postavljeni zasuni, a ispod njih vage za ugljen i grabljasti suhi dodavači za ugljen (4 po kotlu) s pogonom preko *PIV*-prigona. Od dodavača na koti + 15 m pada ugljen u mlinove postavljene na koti ± 0,00 m.

Parni kotlovi *Sulzer* 28/30 t/h

Kako je već spomenuto, ovi kotlovi međusobno su potpuno jednaki. Dobavila ih je tvrtka *Sulzer*, Winterthur, Švicarska s tim, da je kompletne roštilje izradila tvornica *Đuro Đaković* iz Slavonskog Broda. Garanciju za rad kotla snosila je tvrtka *Sulzer* u cjelini, a tvornica *Đuro Đaković* samo za roštilje.

Kotlovi su građeni za ugljen iz Konjšćinskih ugljenokopa i to za lignit dimenzije 5—80 mm slijedećih karakteristika:

Ukupna vlaga	maks 45%
Pepeo	18%
Sumpor	maks 2%
Hlapljive tvari, na zraku prosušenog ugljena	25 — 35%
Ogrjevna moć	2000 kcal/kg
Točka mekšanja pepela	iznad 1130 °C

Osnovne karkteristike kotlova I. etape su slijedeće:

Broj kotlova	2
Ekonomski učin pojedinog kotla	28 t/h
Maksimalni trajni učin	38 t/h
Tlak pare iza pregrijača	41 atp
Temperatura pare iza pregrijača	450 °C
Temperatura pojne vode na ulazu	150 °C
Stepen djelovanja kod ekon. učina	82 %
Stepen djelovanja kod maks. učina	80 %

Uređaj za loženje ugljena sastoji se od mehaničkih stepenastih roštilja, pa tako pojedini kotao ima roštilj ovih karakteristika:

Izvedba roštilja	dvodjelni
Korisna površina	32,85 m²
Pogonski uređaj	na tlačno ulje

Ventilatori za svježi zrak

Broj vetilatora po kotlu	1 kom
Količina zraka po ventilatoru	29,6 m³/sek
Temperatura zraka	70° C
Statički pretlak	190 mm V. S.
pogonski elektromotori	120 KS

Ventilator sekundarnog zraka

Broj po kotlu	1
Količina zraka	1,25 m³/sek
Temperatura zraka	140 °C
Pretlak	315 mm V. S.
Pretlak na usisu	110 mm S. V.
Snaga elektromotora	6 KS

Zagrijači zraka

Broj zagrijača po kotlu	2
Ogrjevna površina	440 m²
Ulazna temperatura zraka	30 °C
Izlazna temperatura zraka	145 °C
Ulazna temperatura dimnih plinova kod maks. opterećenja	260 °C
Izlazna temperatura dimnih plinova kod maks. opterećenja	220 °C

Filteri dimnih plinova (Babcock - Zap. Njemačka)

Broj filtera po kotlu	1
Sistem filtera	Multiciklon
Ukupni stepen filtracije kod maks. opterećenja	96
nomin. opterećenja	97
Gubitak promaje kod maks. opterećenja	24 mm V. S.

Usisni ventilatori

Broj ventilatora po kotlu	2
Količina dimnih plinova po ventilatoru	24,4 m³/sek
Temperatura dimnih plinova	220 °C
Statički pretlak	130 mm V. S.
Pogonski elektromotor	68 KS

Dimnjak

Za kotlove I i II etape predviđen je samo jedan zidani dimnjak visine 73 m i 4 m promjera u vrhu. Izrađen je u donjem dijelu iz armiranog betona i to do visine 15 m, a dalje od opeke.
Na donjem dijelu obložen je iznutra šamotnom opekom i to do visine 30 m.

Parni kotlovi *Waagner Biro-TPK*

U II. etapi izgradnje montirana su u kotlovnici dva međusobno jednaka kotla kapaciteta po 50/64 t/h. Dobavila ih je austrijska tvrtka *Waagner-Biro,* Graz uz suradnju domaće *Tvornice parnih kotlova,* Zagreb. Garanciju za rad kotla snosila je tvrtka *Waagner-Biro.* Kotlovi su građeni za ugljen iz Konjščinskih ugljenokopa i to za lignit dimenzija 0—30 mm slijedećih karakteristika:

Ukupna vlaga	45%
Pepeo	27%
Sumpor	2%
Ogrjevna moć	1800 kcal/kg
Hlapive tvari, na zraku prosušenog ugljena	25-35%
Točka mekšanja pepela	1130 ^{0} C

Osnovne karkateristike kotlova II. etape su slijedeće:

Broj kotlova	2
Ekonomski učin pojedinog kotla	50 t/h
Maksimalni trajni učin	64 t/h
Tlak pare iza pregrijača	41 atp
Temperatura pare iza pregrijača	450 ^{0} C
Temperatura pojne vode na ulazu	150 ^{0} C
Stepen djelovanja kod ekon. učina	86%
Stepen djelovanja kod maks. učina	85%

Uređaji za loženje ugljenom

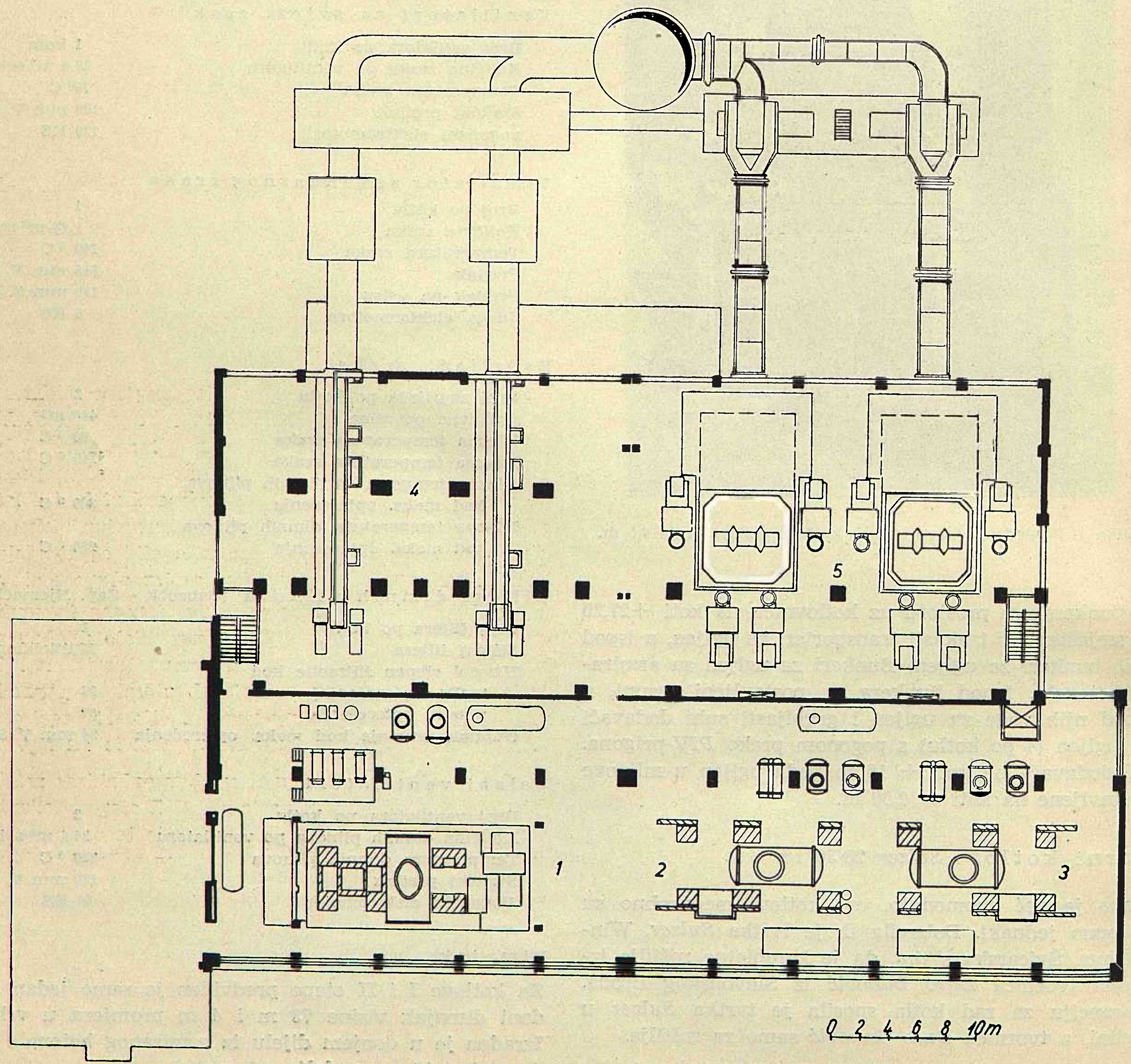
Za svaki pojedini kotao predviđen je posebni mlinski uređaj za loženje ugljenom, s mlinovima slijedećih karakteristika:

Broj mlinova po kotlu	4
Sistem mlinova	*KSG* za vlažni ugljen
Učin svakog mlina	10 t/h
Pogonski elektromotor mlina	125 kW

Uređaj za potpaljivanje kotlova II. etape sastoji se iz ovih dijelova:

Zagrijač za naftu

Broj zagrijača	3 kom
Količina nafte	2 m^3/h

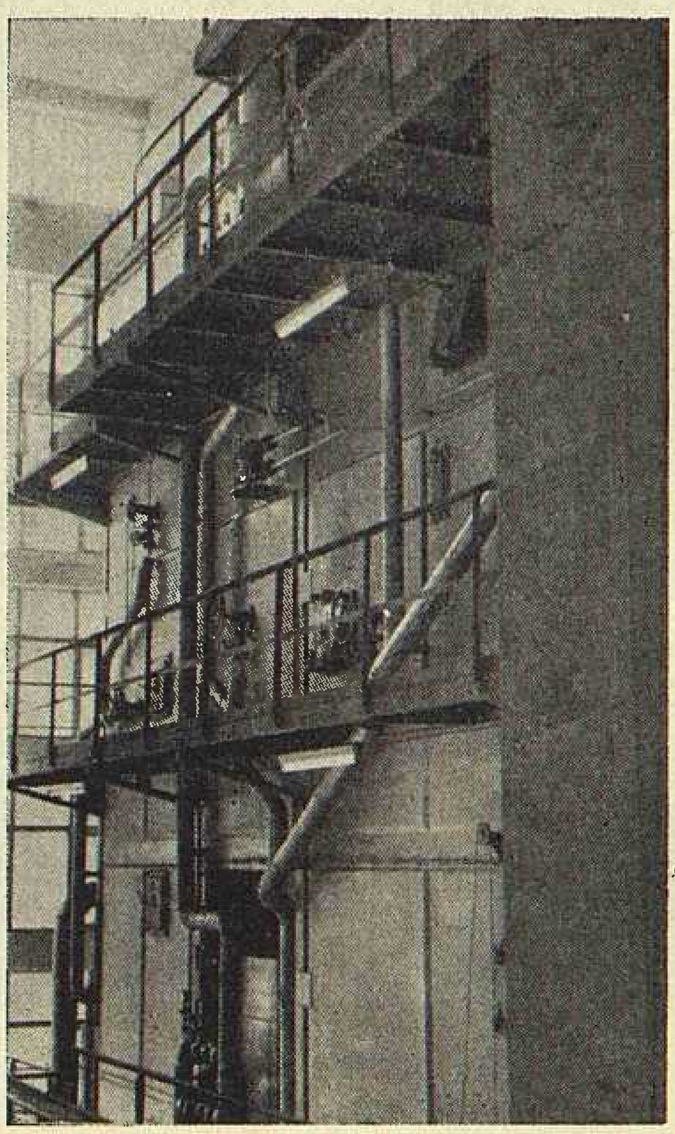


Sl. 8. Glavna pogonska zgrada, tlocrt, kota ± 0,000 m.
1: Turboagregat BBC, 14,8 MW, *2:* Turboagregat Jugoturbina 12,5 MW I, *3:* Turboagregat Jugoturbina 12,5 MW II, *4:* Kotlovi Sulzer, *5:* Kotlovi WB + TPK.
Elektroprojekt, Zagreb

Ulazna temperatura nafte	70 °C
Izlazna temperatura nafte	130 °C
Ogrjevna para	6 atp, 158 °C

Visokotlačne zupčaste pumpe za naftu

Broj pumpi	3 kom
Kapacitet svake pumpe	2 m³/h
Visina dizanja (pretlak)	18 atp
Snage pogonskih elektromotora	8 kW



Slika 9. Kotao *Waagner Biro – Tvornica parnih kotlova.*

Uljani filtri zapremine po 10 l	2 kom

Tlačni gorionici za naftu

Broj gorionika po kotlu	4 kom
Kapacitet pojedinog gorionika	1000 kg/h
Tip gorionika	*WB D 1000*
Raspored u kotlu	u uglovima ložišta

Napomena: Gornji pomoćni uređaji za izgaranje nafte služe i za opskrbu gorionika u kotlovima Sulzer.

Ventilatori za svježi zrak

Broj ventilatora u kotlu	2
Količina zraka po ventilatoru	48.000 Nm³/h
Statički pretlak	200 mm S. V.
Pogonski elektromotori	80 KS

Zagrijači zraka

Broj zagrijača po kotlu	1
Količina zraka	72.000 Nm³/h
Ulazna temperatura zraka	20 °C
Izlazna temperatura zraka	100 °C

Filteri dimnih plinova

Broj filtera po kotlu	1
Sistem filtera	*Luvofilter*
Ukupni stepen filtracije kod maks. opt.	92
Ukupni stepen filtracije kod nomin. opt	93
Gubitak promaje kod maks. opter.	25 mm V. S.

Usisni ventilatori

Broj ventilatora po kotlu	1
Količina dimnih plinova po ventilatoru	128.000 Nm³/h
Statički pretlak	200 mm V. S.
Pogonski elektromotor	220 kW

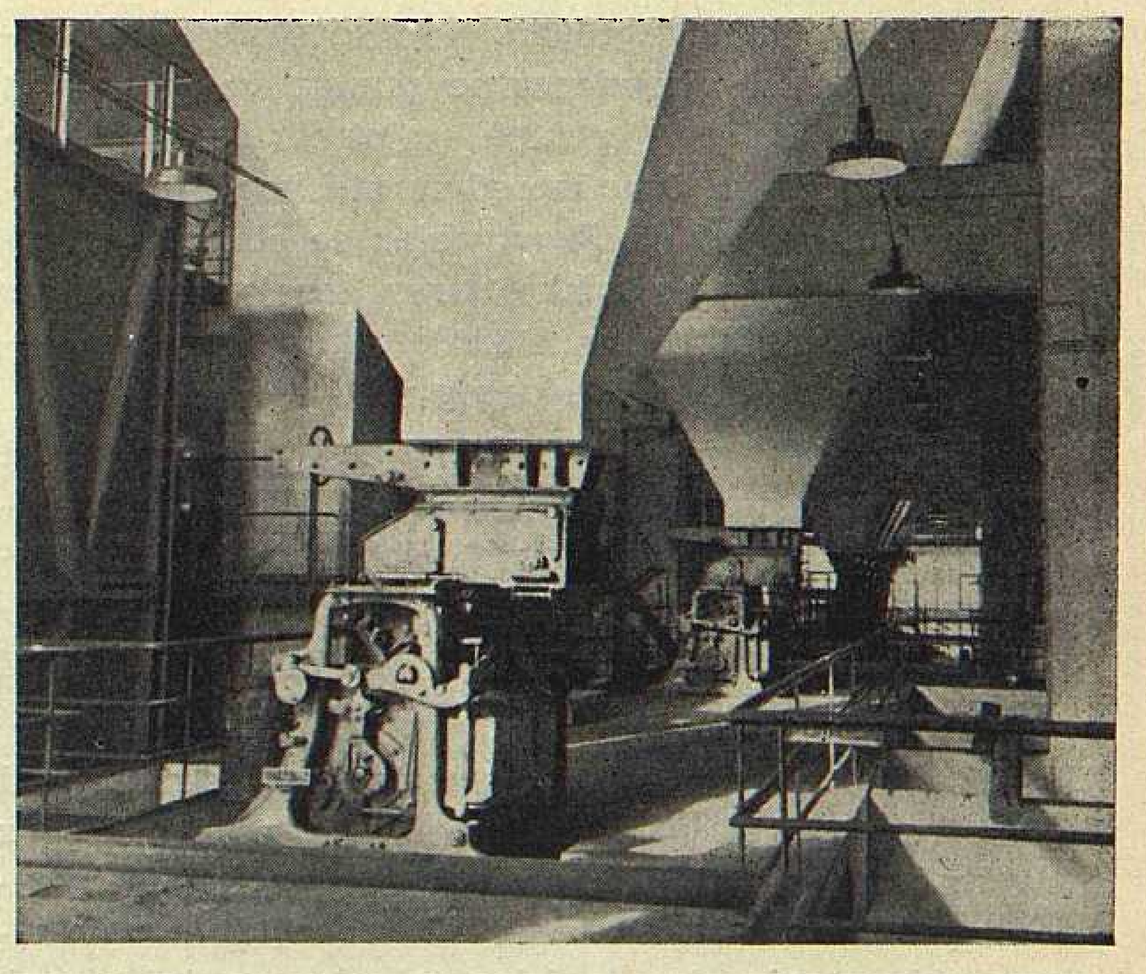
Turboagregati

Dispozicija

U prvoj etapi postavljen je u strojarnici kondenzacioni turboagregat *BBC* 14.800 kW, a u drugoj etapi još dva kondenzaciona turboagregata *Jugoturbina* po 12.500 kW. Tako ukupna instalirana snaga turboagregata u TE Konjščina iznosi 14.800 + 2 × 12.500 = 39.800 kW.

Turboagregati su postavljeni 6,5 m iznad terena, i to u uzdužnom rasporedu u strojarnici. Turboagregate druge etape odvaja montažni otvor od turboagregata prve etape. Smještaj agregata je takav da turboagregat *BBC* gleda s turbinom prema montažnom otvoru, a turboagregati *Jugoturbina* s turbinama jedan prema drugom (Vidi priloženi crtež dispozicije). Ovakav raspored bio je uslovljen štednjom na prostoru, budući da je izgradnja druge etape strojarnice uslovljavala znatni iskop u susjednom brežuljku.

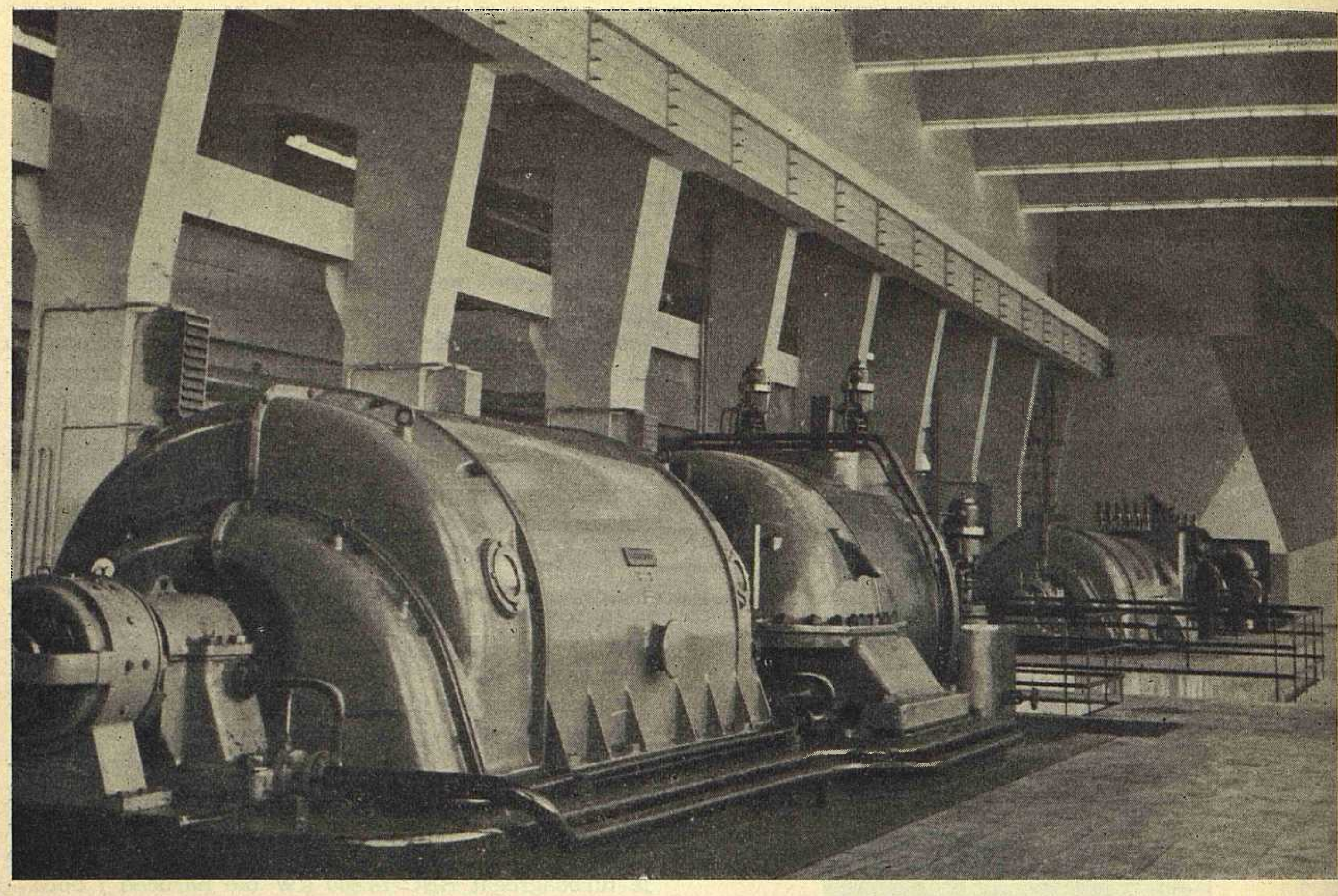
Pomoćni uređaji uz turboagregate kao na pr. zagrijači, isparivači, spojni cjevovodi i pumpe smješteni su u strojarnici i pumparnici u prostoru t. zv. podruma, t. j. između kote ± 0,00 m i + 6,5 m. Kako je turboagregat *BBC* 14.800 kW bio naručen i dobavljen prije nego što je izrađen projekt, te je on predviđen za smještaj na 7 m iznad terena, to je osnovni nivo ± 0,00 m na području temelja i na prostoru, gdje je smješten pumpni garegat ovog turboagregata spušten za 0,5 m.



Slika 10. Libra vage za ugljen uz kotlove *Sulzer*, proizvod *Tovarne tehtnic, Celje.*

Svi turboagregati postavljeni su na armirano-betonskim temeljima, koji se sastoje od gornje i donje masivne ploče i masivnih betonskih stupova.

Spreminici za ulje smješteni su kod svih agregata ispred turbine ispod kote + 6,5 m i to zavješeno na betonskom temelju.



Slika 11. Turboagregat *BBC* 14,8 MW i turboagregati *Jugoturbina* po 12,5 MW (u pozadini).

Kondenzator turbine *BBC* smješten je poprečno na os turboagregata, a kondenzatori ostalih turboagregata uzdužno.

Kombinirani pumpni agregati, koji se sastoje od rashladne pumpe i kondenzatne pumpe te pripadnog elektromotora i parne turbine smješteni su kod turboagregata *BBC* na čelu ispred turbinskog fundamenta, a kod turboagregata *Jugoturbina* sa strane uz turbinski fundament na vanjskoj strani strojarnice. I ovo rješenje je bilo diktirano štednjom prostora do najveće moguće mjere radi skupog iskopa brežuljka.

Pumpni agregat turboagregata *BBC* kombiniran je i s vodnim ejektorom, koji je smješten na stupu temelja na strani prema kotlovnici elektrane. Ostali turboagregati imaju dvostepene parne ejektore, smještene ispod temelja turboagregata između prvog i drugog stupa na strani prema vanjskom zidu strojarnice.

Ulaz rashladne vode u kondenzator predviđen je kod turboagregata *BBC* na strani prema kotlovnici, a izlaz na suprotnoj strnai. Kod ostalih turboagregata predviđen je ulaz rashladne vode na strani prema vanjskom zidu strojarnice, a izlaz također na toj strani. Hladionici ulja smješteni su uz prve stupove turboagregata na koti ± 0,00 m.

Hladionici zraka smješteni su između stupova temelja agregata u predjelu generatora i to tako da su im priključci na strani dovodnog cjevovoda rashladne vode.

Odvajači vode glavnih parnih dovoda svježe pare predviđeni su uz temelje turboagregata ispod kote + 6,5 m i to kod svih agregata na prednjem desnom stupu temelja, gledano prema turbini. Uz temelje turboagregata na strani generatora smještena su kod svih agregata ispod + 6,5 m zvjezdišta generatora.

Osim toga, u tom području smještena je i CO_2 zaštita uz svaki agregat.

Turboagregat BBC 14.800 kW

Turbina (BBC, Baden, Švicarska)

Turbina *BBC* ima jedno kućište, u koje je smješten i visokotlačni i niskotlačni dio turbine. Izradila ju je tvrtka *BBC*, Baden, Švicarska u godini 1943.

Osnovni podaci za ovu turbinu su slijedeći:

Nominalna snaga	11.500 kW
Maksimalna trajna snaga	14.800 kW
Broj okretaja	3.000 o/min
Nominalni tlak svježe pare	36 ata
Maksimalni tlak svježe pare	41 ata
Nominalna temperatura svježe pare	435 ^{0} C
Maksimalna temperatura svježe pare	450 ^{0} C
Nominalna temperatura rashladne vode	27 ^{0} C
Broj nereguliranih oduzimanja pare	3

Stanje pare na nereguliranim oduzimanjima kod opterećenja turbine od 11.500 kW

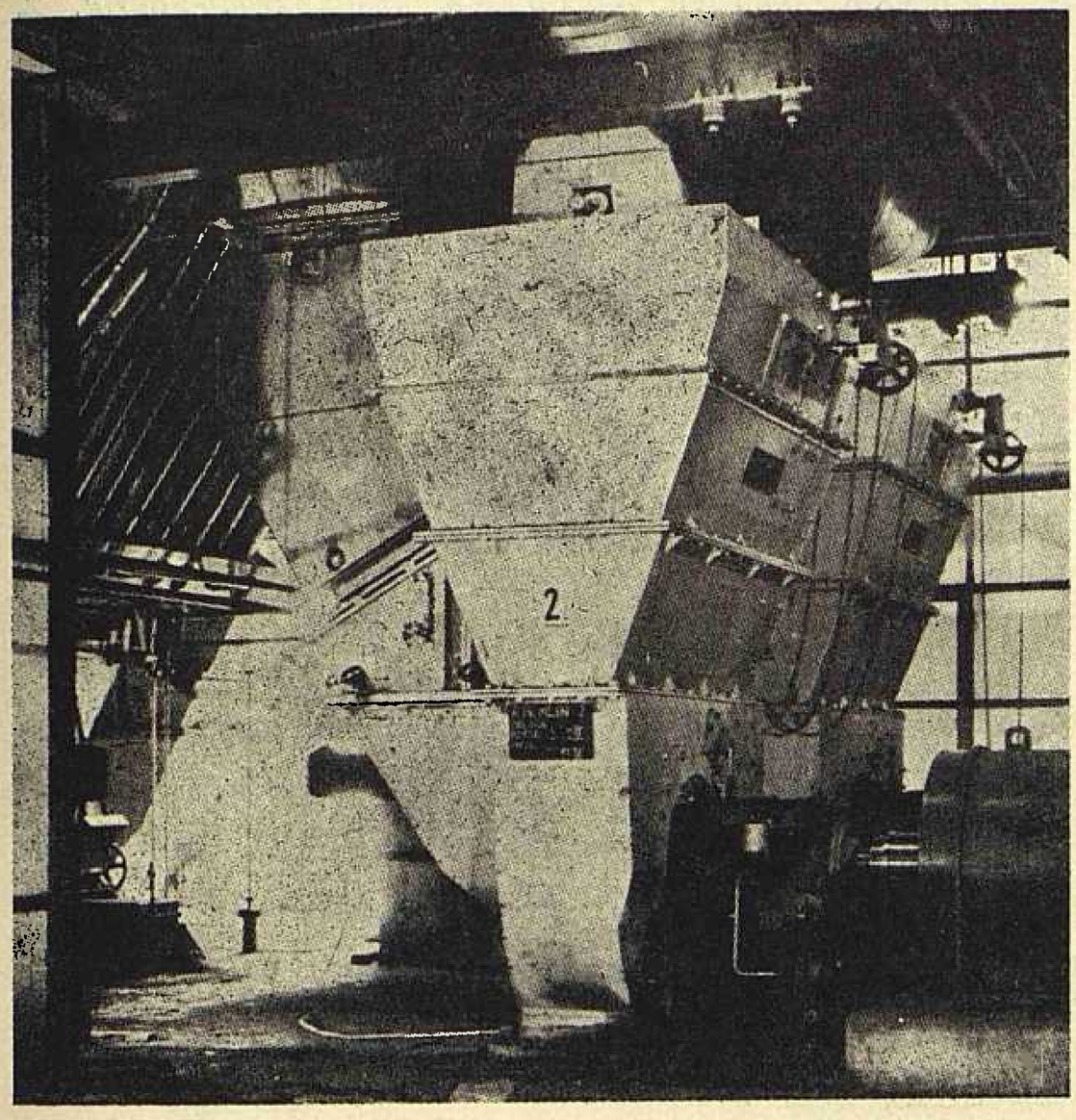
I. stepen	6 ata	240 ^{0} C
II. stepen	1,1 ata	120 ^{0} C
III. stepen	0,4 ata	100 ^{0} C

Ukupni potrošak topline turbine BBC iznosi:

kod 11.500 kW	3005 kcal/kWh
kod 14.800 kW	3030 kcal/kWh

Opskrba turboagregata uljem

Spremnik za ulje zapremine 3 m^3	1 komad
Količina vode za hlađenje ulja	45 m^3/h
Hladionik ulja s rashladnom plohom od 22 m^2	1 komad
Glavna uljna pumpa 11 l/sek, 5,4 atp, pogon od turbinske osovine	1 komad
Pomoćna uljna pumpa – parna za svježu paru 7 l/sek, 5,4 atp	1 komad



Slika 12. Mlin za ugljen uz kotao *WB – TPK*.

Kondenzator turbine (BBC, Baden, Švicarska)

Kondenzator je izveden kao površinski kondenzator s ovim osnovnim podacima:

Kapacitet kondenzatora — količina oborene pare	60 t/h
Količina rashladne vode	3500 m^3/h
Rashladna ploha	1450 m^2

Pumpni agregat uz kondenzator (BBC, Baden, Švicarska)

Pumpni agregat uz kondenzator BBC turbine sastoji se od jedne rashladne pumpe, jedne kondenzatne pumpe, pumpe za vodni ejektor, pogonskog elektromotora i pogonske turbine. Centralni dio ovog agregata je višestruki zupčasti prigon, kombiniran s parnom pogonskom turbinom. Preko spojke vezani su na spomenuti zupčasti prigon pogonski elektromotor i rashladna pumpa. Direktno na kućište zupčastog prigona prigrađene su pumpe za kondenzat i pumpa za vodni ejektor. Podaci za pojedine dijelove pumpnog agregata su slijedeći:

Pogonska parna turbina

Snaga parne turbine	350 kW

Turbina radi na ispuh u kondenzator glavne turbine i služi kao rezerva, ako ispadne pogonski elektromotor, i kod stavljanja u pogon.

Pogonski elektromotor

Snaga elektromotora	420 kW

Budući, da je za napon ovog motora uzeto 3150 V, a u elektrani nema postrojenja na ovom naponu, to je za transformiranje predviđen posebni transformator snage.

Rashladna pumpa

Kapacitet	3800 m^3/h
Visina dizanja	16 m V. S.
Potrebna snaga za pogon	184 kW

Kondenzatna pumpa

	21 l/sek
Kapacitet	70 m^3/h
Visina dizanja	110 m V. S.
Potrebna snaga	30 kW

Pumpa za vodni ejektor

Kapacitet	170 m^3/h
Visina dizanja	40 m V. S.
Potrebna snaga	30 kW

Generator (BBC, Baden, Švicarska)

Generator turboagregata *BBC* 14.800 kW je trofazni sinhroni generator sa slijedećim karakteristikama:

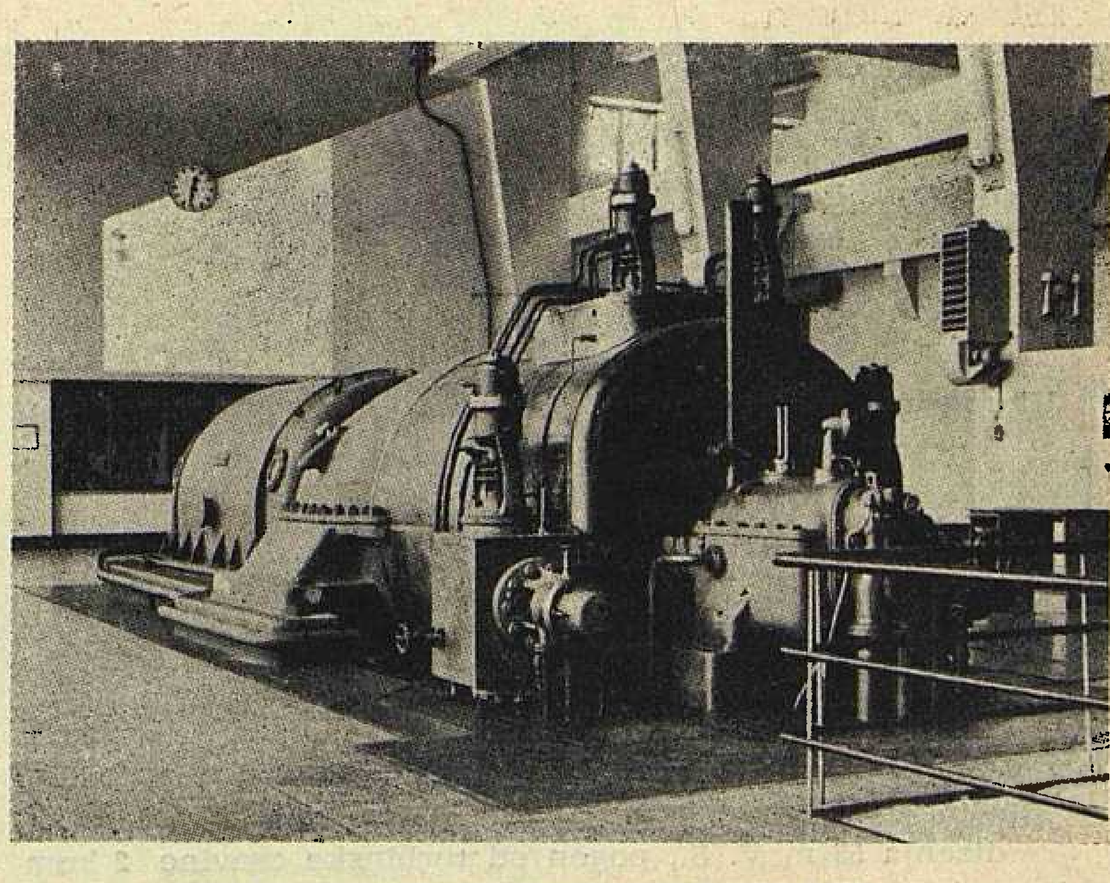
Nominalna snaga	22.800 kVA
cos φ	0,65
Napon	11.500 V
Broj okretaja	3.000 o/min
Vrsta spoja	y/Y

Pripadni *uzbudni stroj* ima ove karakteristike:

Snaga	65,5/77,5 kW
Napon	160 V

Pripadni *hladionik zraka generatora* smješten je u temelju turboagregata i ima ove karakteristike:

Količina rashladne vode	85 m^3/h
Temperatura rashladne vode na ulazu maks.	30 °C
Količina zraka za hlađenje generatora	16 m^3/sek



Slika 13. Turboagregat *BBC* 14,8 MW.

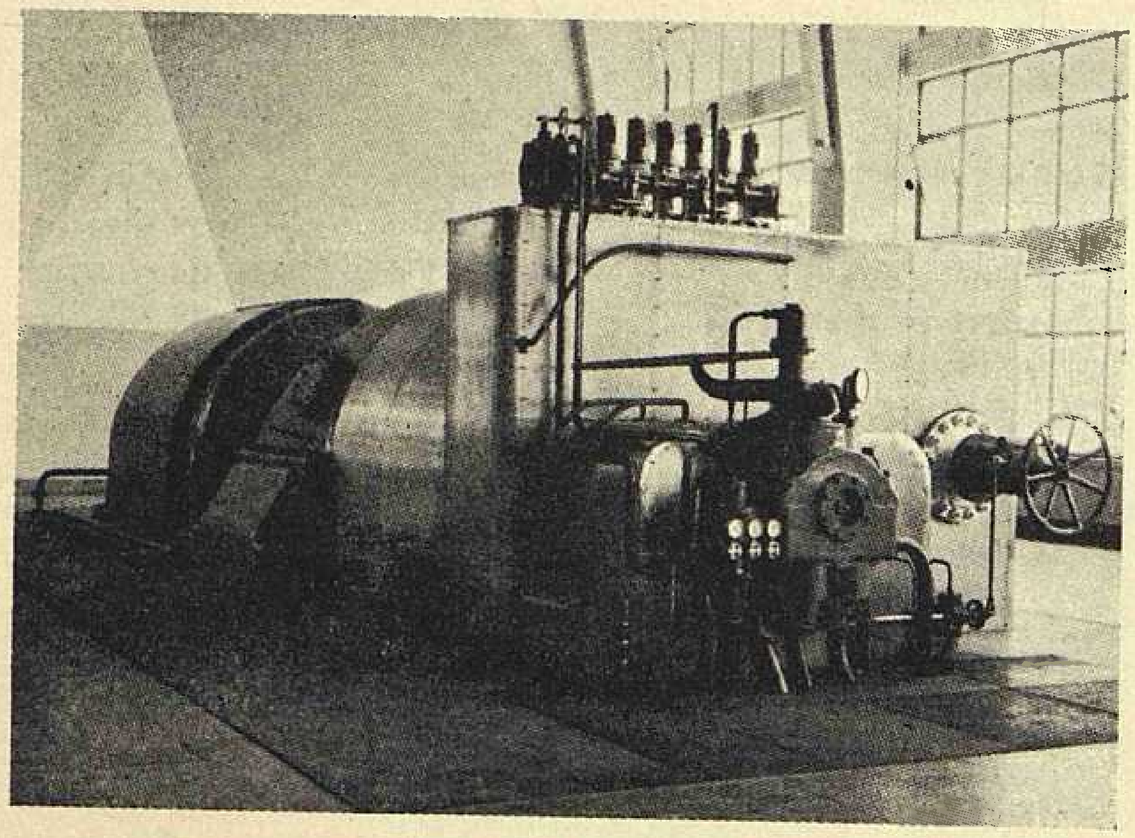
Turboagregati *Jugoturbina* po 12.500 kW

U drugoj etapi izgradnje TE Konjščina postavljena su dva ovakva turboagregata, koji su međusobno potpuno jednaki. Turbine i pripadne pomoćne uređaje izradila je tvornica *Jugoturbina* Karlovac, po vlastitim crtežima. Generatore i pripadni uređaj izradila

je tvornica *Rade Končar*, Zagreb. Osnovni podaci za svaki od ova dva turboagregata i pribor, koji pripada pojedinom od njih su slijedeći:

Turbina (Jugoturbina, Karlovac)

Ova turbina ima jedno kućište, u koje je smješten visokotlačni i niskotlačni dio turbine



Slika 14. Turboagregat *Jugoturbina* 12,5 MW.

Osnovni podaci za ovu turbinu su slijedeći:

Nominalna snaga	10.000 kW
Maksimalna trajna snaga	12.500 kW
Broj okretaja	3.000 o/min
Nominalni tlak svježe pare	36 ata
Maksimalni tlak svježe pare	41 ata
Nominalna temperatura svježe pare	435 ^{0} C
Maksimalna temperatura svježe pare	450 ^{0} C
Nominalna temperatura rashladne vode	27 ^{0} C
Broj nereguliranih oduzimanja pare	3

Stanje pare na nereguliranim oduzimanjima kod opterećenja turbine od 10.000 kW

kod 9.375 kW	2760 kcal/kg
kod 12.500 kW	2730 kcal/kg
III. stepen	0,615 ata

Ukupni utrošak topline turbine *Jugoturbina* 12,5 MW iznosi:

I. stepen	7,4 ata
II. stepen	2,18 ata

Opskrba uljem turboagregata

Spremnik za ulje zapremine 2 m^3	1 kom
Hladionik ulja s rashladnom plohom od 25 m^2	2 kom
Glavna uljna pumpa kapaciteta 15 m^3/h, visine dizanja 55 m V. S., pogon od turbinske osovine	2 kom
Pomoćna uljna pumpa — parna za svježu paru, kapaciteta 24m^3/h, visine dizanja 55 m V. S.	1 kom

Kondenzator turbine

Kondenzator je izveden kao površinski kondenzator s ovim osnovnim podacima:

Kapacitet kondenzatora — količina oborene pare	50 t/h
Količina rashladne vode	3600 m^3/h
Rashladna ploha	

Pumpni agregat uz kondenzator

Pumpni agregat se sastoji od jedne rashladne pumpe, jedne kondenzatne pumpe, pogonskog elektromotora, pogonske parne turbine i zupčastog prigona. Ovi pumpni agregati izvedeni su zrcalno tako, da su dispoziciono u strojarnici ugrađeni na način, da im parne turbine gledaju jedna prema drugoj. Na turbinu nastavlja se zatim u svakom pojedinom pumpnom agregatu zupčasti prigon u posebnom kućištu. Na istoj strani zupčastog prigona, također u posebnom kućištu, veže se kondenzatna pumpa. Na suprotnoj strani zupčastog prigona veže se rashladna pumpa, a na nju pogonski elektromotor.

Podaci za dijelove pojedinog pumpnog agregata su slijedeći:

Pogonska parna turbina (*Hamburger-Fabrik*, Z. Njemačka)

Snaga parne turbine	450 KS

Turbina radi na ispuh u kondenzator glavne turbine i služi kao rezerva, ako ispadne pogonski elektromotor, i kod stavljanja u pogon.

Pogonski elektromotor (*Garbe-Lahmayer, Z. Njem.*)

Snaga elektromotora	310 kW
Napon	6300 V

Rashladna pumpa (*Rühr-Pumpen;* Z. Njem.)

Kapacitet	3650 m^3/h
Visina dizanja	21 m V. S.
Potrebna snaga za pogon	350 kW

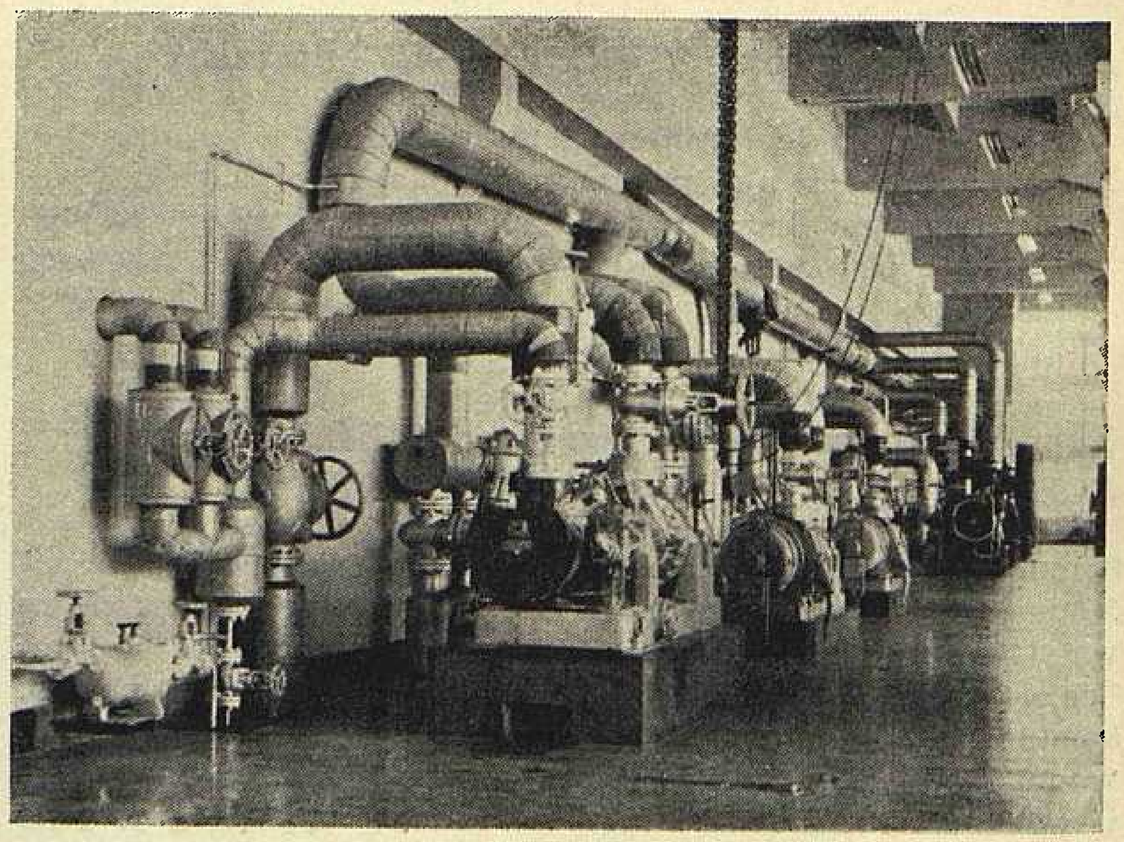
Kondenzatna pumpa (*Ruhrpumpen*, Zap. Njem.)

Kapacitet	60 m^3/h
Visina dizanja	90 m V. S.

Parni ejektor (*Jugoturbina*, Karlovac)

Parni ejektor izveden je dvostepeno za priključak na svježu paru i s dva hladionika, za svaki stepen po jedan. Osnovni podaci:

Potrošak pare	500 kg/h
Tlak pare za ejektor	35 atp
Temperatura pare	435 ^{0} C



Slika 15. Pojne pumpe.

Generator (Rade Končar, Zagreb)

Generator turboagregata *Jugoturbina* 12.500 kW je trofazni sinhroni generator sa slijedećim karakteristikama:

Nominalna snaga	16.000 kVA
cos φ	0,8
Napon	10.500 ± 5% V
Broj okretaja	3.000 o/min
Vrsta spoja	Y/Y

Pripadni uzbudni stroj ima ove karakteristike:

Snaga	60 kW
Napon	120/160 V

Pripadni hladionik zraka generatora (proizvod tvornice *Jedinstvo*, Jankomir) smješten je u temelju turboagregata i ima ove karakteristike:

Temperatura rashladne vode	27 ^{0} C
Temperatura zraka	35 ^{0} C
Količina zraka za hlađenje generatora	20 m^3/sek

Toplinska shema

Toplinski uređaj elektrane Konjščina podjeljen je na blokove, iako to nisu čisti blokovi, budući da su na parnoj i vodnoj strani međusobno povezani. Ipak, promatrano po radu u pogonu, vidimo, da kotlovi *Sulzer* rade normalno s turbinom *BBC*, a svaki pojedini kotao *WB-TPK* s pojedinom turbinom *Jugoturbina*.

Kako svaki blok raspolaže sa svom potrebnom osnovnom opremom za samostalan rad, to svaki od njih može potpuno neovisno raditi bez obzira da li su ostali blokovi u pogonu ili ne.

Toplinska shema dana je na slici.

U bloku kotlovi *Sulzer-BBC* turbina proizvode 2 parna kotla kapaciteta po 28/38 t/h paru 40 atp i 450^0 C. Ova se upotrebljava za pogon turboagregata *BBC* snage 14,8 MW, turbine pojne pumpe na parni pogon i turbine pumpnog agregata. Osim toga upotrebljava se svježa para i za zagrijavanje kondenzata u otplinjaču i to reducirana preko regulacionog ventila.

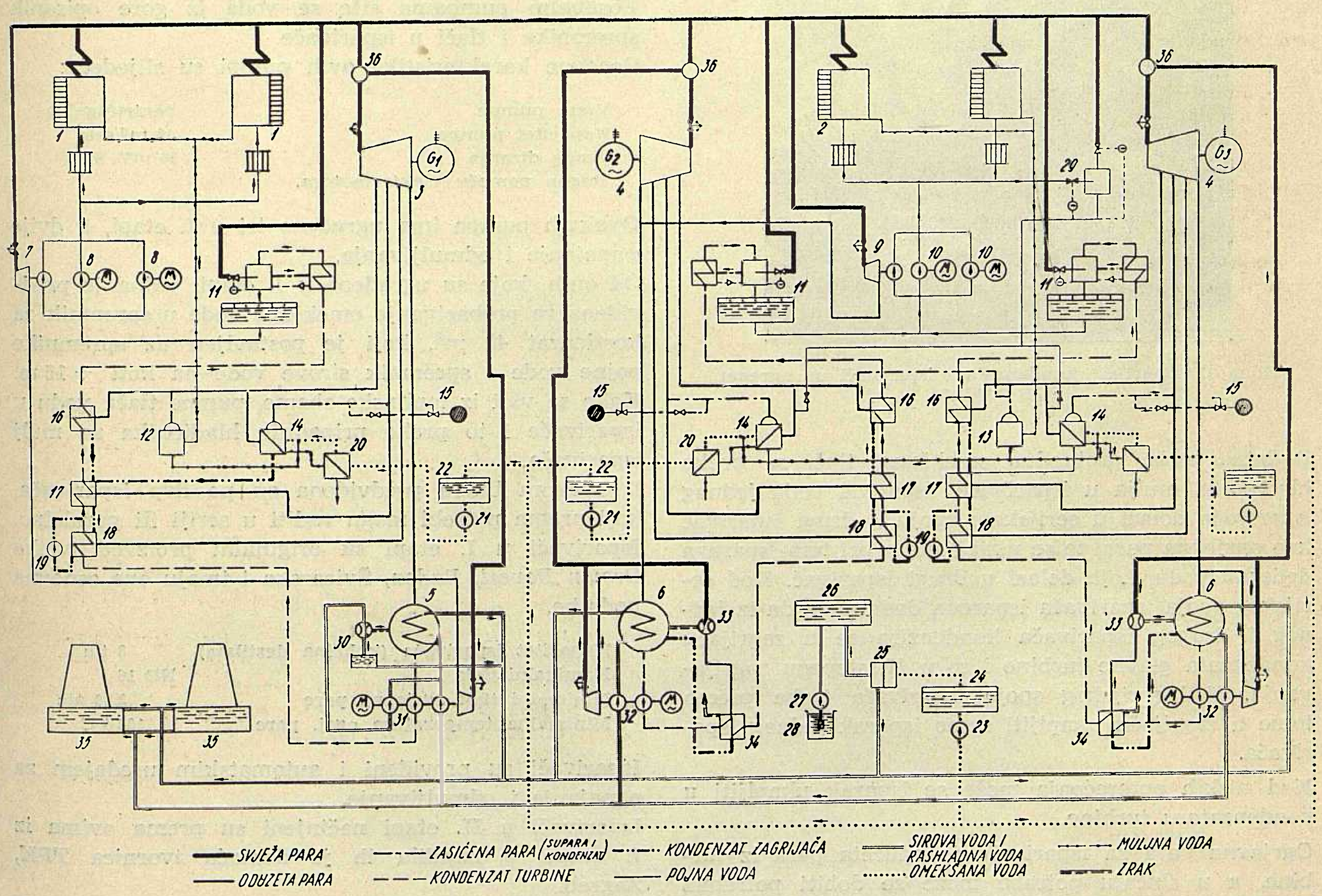
Predviđena je i posebna redukciona stanica s hladionikom pare, koja reducira svježu paru od 40 atp i 450^0 C na stanje 6 ata 160^0 C.

Turbina *BBC* 14,8 MW predviđena je s tri neregulirana oduzimanja, koja služe za zagrijavanje kondenzata.

Nakon prolaza kroz turbinu para se kondenzira u kondenzatoru turbine. Kondenzator je proviđen s automatskim ispušnim ventilom. U kondenzator vezani su osim toga ispuh pomoćne turbine pumpnog agregata i ispuh turbine pojne pumpe. Ove dvije posljednje turbine u normalnom pogonu ne rade. Vakuum u kondenzatoru održava vodni ejektor.

Iz kondenzatora crpi vodu kondenzatna pumpa, koja pripada pumpnom agregatu zajedno s pumpom za rashladnu vodu i pumpom za vodni ejektor te pogonskim elektromotorom i parnom turbinom.

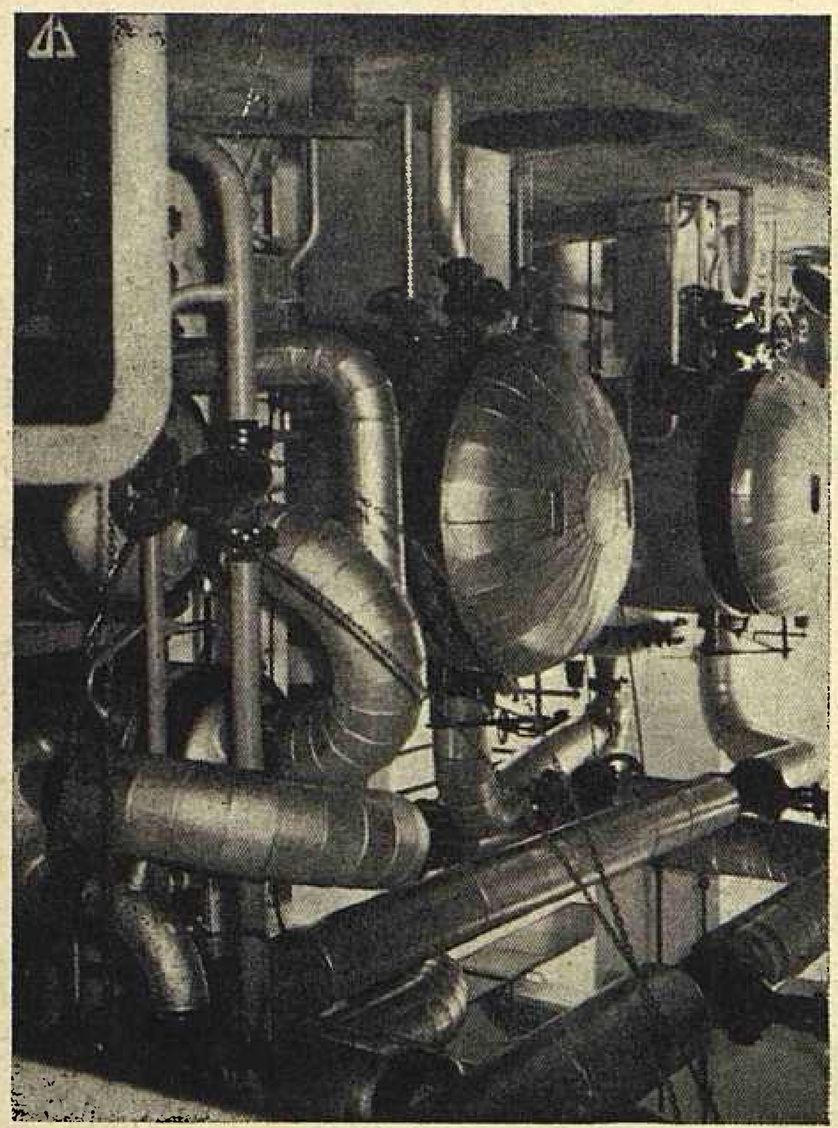
Zagrijavanje kondenzata vrši se u tri površinska zagrijača pomoću oduzete pare od turbine kod tlaka (kod nominalnog opterećenja) 0,4 ata, 1,1 ata i 6 ata



Sl. 16. Toplinska shema termoelektrane Jeretovec. *Elektroprojekt, Zagreb*

1: Kotao Sulzer, *2:* Kotao WB – TPK, *3:* Turboagregat BBC, *4:* Turboagregat Jugoturbina – R. Končar, *5:* Kondenzator BBC, *6:* Kondenzator Jugoturbina, *7:* Turbopojna pumpa Sulzer, *8:* Elektropojna pumpa Sulzer, *9:* Turbopojna pumpa Vogel, *10:* Elektropojna pumpa Vogel, *11:* Spremnik pojne vode s otplinjačem i hladionikom supare, *12:* Ekspander kotlovskog mulja I. etape, *13:* Ekspander kotlovskog mulja II. etape, *14:* Isparivači (dvostepeni), *15:* Sigurnosni ispuh, *16:* Srednjetlačni zagrijač kondenzata, *17:* Hladionik destilata, *18:* Niskotlačni zagrijač kondenzata, *19:* Pumpa za kondenzat zagrijača, *20:* Zagrijač dodatne vode, *21:* Pumpa za napajanje isparivača, *22:* Spremnik za dodatnu vodu u strojarnici, *23:* Pumpa za dodatnu vodu u dekarbonaciji, *24:* Spremnik omekšane vode, *25:* Uređaj za kem. pripremu dodatne vode, *26:* Glavni spremnik sirove pogonske vode u elektrani, *27:* Pumpa pogonskog vodovoda, *28:* Zahvat pogonskog vodovoda, *29:* Redukciona stanica, *30:* Vodni ejektor uz turboagregat BBC, *31:* Pumpni agregat turbine BBC, *32:* Pumpni agregat turbine Jugoturbina, *33:* Parni ejektor uz turboagregat Jugoturbina – R. Končar, *34:* Hladionik parnog ejektora, *35:* Rashladni toranj, *36:* Odvajači vode.

na temperaturu od 135° C, a zatim se grije u spremniku pojne vode, kombiniranom s otplinjačem i hladionikom otparka otplinjača do 155° C.
Iz spremnika pojne vode crpu pojne pumpe pojnu vodu. U I. etapi postavljene su ukupno 3 pojne pumpe, od čega su dvije električke, a jedna parna. U redovnom pogonu rade pojne pumpe s električkim pogonom.
Kondenzat zagrijača prelazi iz višeg u niže uslijed razlike tlaka, a u prvom zagrijaču se sakuplja i pomoću posebne pumpe dodaje u glavni tok kondenzata.
Isparivači su predviđeni dvostruki, koji po potrebi mogu raditi u seriji ili paralelno prema opterećenju. Njihov sklop prikazan je na slici 17.



Slika 17. Zagrijači kondenzata i isparivači uz agregat *Jugoturbina.*

Dodatna voda, prethodno omekšana, tlači se preko hladionika mulja u isparivače, Isparena voda jednog isparivača dolazi u serijskom spoju u drugi isparivač kao ogrjevna para, te se ukapljuje, a pri tom isparava dodatnu vodu, koja dolazi u drugi isparivač. Kod serijskog spoja isparivača isparena dodatna voda iz jednog i drugog isparivača kondenzira se u zagrijaču kondenzata glavne turbine i to u II. stepenu zagrijavanja. Kod serijskog spoja isparivača treba prema tome u zagrijaču ukapljiti samo isparak jednog isparivača.
Kod niskih opterećenja može se isparak ukapljiti u kondenzatoru turbine.
Ogrjevna para za isparivače je oduzeta para iz turbine, a u slučaju potrebe može se dobiti potrebna količina pare i preko redukcione stanice 40/5 atp.
Kondenzat ogrjevne pare isparivača skuplja se u zagrijaču kondenzata glavne turbine, u kojem se i ukapljuje isparak. U isparivač ulazi i kotlovski mulj nakon ekspanzije u ekspanzionoj posudi.
Kotlovski mulj, dobiven odmuljivanjem kotlova, ekspandira u ekspanzionoj posudi i nastala para ulazi u sistem parnih vodova I. oduzimanja glavne turbine, a voda ulazi u isparivače.
Ostali blokovi t. j. oni, koji se sastoje od po 1 kotla *WB + TPK* i po 1 turboagregata *Jugoturbine* vrlo se malo razlikuju od naprijed opisanog.
Para se od turbine oduzima kod nešto različitih tlakova i to kod 0,615; 2,18 i 7,4 ata.
Kondenzator se drži pod vakuumom pomoću parnog dvostepenog elektora s hladionikom, koji se hladi pomoću kondenzata glavne turbine.
U pumpnom agregatu su samo rashladne i kondenzatne pumpe u svakom bloku.

Toplinska priprema vode

Dodatna voda za pokrivanje gubitaka u tehnološkom procesu t. j. u krugu parni kotlovi — turboagregati — kondenzatori — spremnici pojne vode — parni kotlovi radi odmuljivanja parnih kotlova priprema se u uređaju za kemijsku pripremu vode, koji je opisan u posebnom poglavlju ovog prikaza.
Iz uređaja za kemijsku pripremu vode dolazi dodatna voda u spremnike za dodatnu vodu u pumparnici elektrane. Zapremnina ovih spremnika iznosi po 13,5 m³. Ukupno ima tri ovakva spremnika i to jedan za kotlove I. etape, a dva za kotlove druge etape.
Posebnim pumpama siše se voda iz gore opisanih spremnika i tlači u isparivače.
Osnovne karakteristike ovih pumpi su slijedeće:

Vrsta pumpe	centrifugalna
Kapacitet pumpe	10 m³/sek
Visina dizanja	38 mV. S.
Pogon pomoću elektromotora.	

Ovakvih pumpa ima ugrađeno tri u I. etapi, a dvije napajanje i odmuljivanje.
Od onih, koje su ugrađene u I. etapi, jedna je predviđena za prebacivanje omekšane vode u spremnik za kondenzat 42 m³, koji je postavljen uz spremnike pojne vode i spremnik sirove vode na koti + 15 m.
Kako se vidi iz toplinske sheme, pumpe tlače vodu u isparivače i to preko pripadnih hladionika za mulj isparivača.
U svakom bloku predviđena su po dva isparivača, koji prema potrebi mogu raditi u seriji ili paralelno.
Isparivači u I. etapi su originalni proizvod tvrtke *Brown Boveri, Baden,* Švicarska i imaju ove osnovne podatke.

Kapacitet isparivača (količina destilata)	3 t/h
Nominalni tlak	ND 16
Minimalni tlak ogrjevne pare	3,48 ata
Minimalna temperatura ogrj. pare	138 ° C

Isparivači su providđeni i automatskim uređajem za napajanje i odmuljivanje.
Isparivači u II. etapi načinjeni su prema ovima iz I. etape, a izradila ih je domaća tvornica *TPK,* Zagreb.
Regenerativno zagrijavanje kondenzata turbine *BBC* izvedeno je u tri stepena. Sva tri zagrijača, izvedena kao površinski zagrijači, dobavljeni su skupa s turbinom *BBC,* a izradila ih je tvrtka *BBC,* Baden.
Odgovarajuće zagrijače za kondenzat turbina *Jugoturbina* 12,5 MW izradila je tvrtka *Đuro Đaković* iz Slavonskog Broda.

Pumpe za kondenzat zagrijača predviđene su tri i to slijedećih karakteristika:

Kapacitet pumpe	10 t/h
Visina dizanja	90 m V. S.
Temperatura medija	125 ^{0} C
Pogon	elektromotor

Spremnici za pojnu vodu zapremine 3 × 38 t izrađeni su u *TPK*, Zagreb. Na svakom spremniku pojne vode direktno je prigrađen odgovarajući otplinjač kapaciteta 60 t/h.

Normalno stanje spremnika pojne vode: 5,5 ata, 154,77^0 C.

Ovo se stanje održava preko automatskog regulacionog ventila pomoću svježe pare.

Daljinski pokazivači vodostaja pokazuju u pumparnici vodostaj pojne vode u spremnicima pojne vode. Uza svaki spremnik pojne vode s otplinjačem pripada i odgovarajući kondenzator otparka otplinjača. Ove aparate izradila je *TPK*, Zagreb .

Uređaj za napajanje kotlova sastoji se od ukupno 6 visokotlačnih centrifugalnih pumpa. Dvije od tih pumpa imaju pogon pomoću parnih turbina, a četiri pomoću elektromotora.

Osnovne karakteristike pojnih pumpa su slijedeće:

Turbopojna pumpa I. etape (*Sulzer*, Winterthur)

Broj pumpa	1
Kapacitet	112 t/h
Visina dizanja	520 m V. S.
Snaga pogonske turbine	313 KS
Protutlak	1,2 ata

Elektropojne pumpe I. etape (*Sulzer*, Winterthur)

Broj pumpa	2
Kapacitet svake	56 t/h
Visina dizanja	520 m V. S.
Snaga pogonskog elektromotora	185 KS
Napon elektromotora	380 V

Turbopojna pumpa II. etape

(*Vogel*, Stockerau- Austrija + *Kühnle – Kopp & Kausch* – Z. Njemačka)

Broj pumpa	1
Kapacitet	160 t/h
Visina dizanja	520 m V. S.
Snaga pogonske turbine	480 KS
Protutlak	1,2 ata

Elektropojne pumpe II. etape,

(*Vogel*-Stockerau + *Rade Končar*)

Broj pumpa	2
Kapacitet svake	80 t/h
Visina dizanja	520 m V. S.
Snaga pogonskog elektromotora	180 kW
Napon elektromotora	6000 V

Cjevovodi

Cjevovodi svježe pare 40 atp, 450^0 C

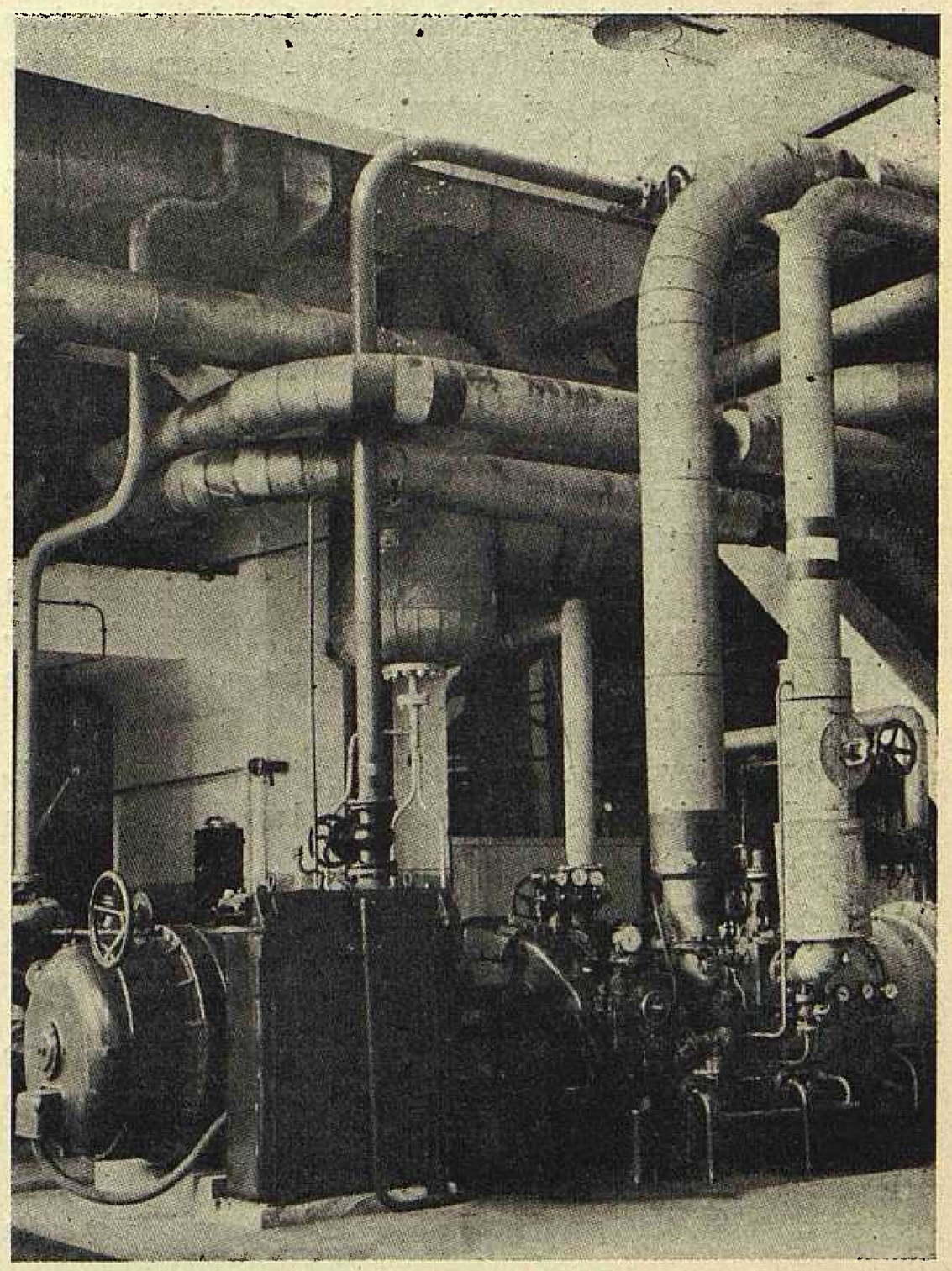
Shema cjevovoda svježe pare pokazuje, da je gradnja trajala duže vremena i da je građena u dvije etape. U doba projektiranja I. etape električna mreža bila je još vrlo slaba, pa je bio predviđen sistem dvostrukih parnih sabirnih vodova.

U drugoj etapi izgradnje, koja pada u razdoblje od 1953. do 1958. godine, razvoj republičke el. mreže je takav, da je dozvolio projektantu da za drugu etapu odustane od dvostrukih parnih sabirnica i prijeđe na sistem bloka, koristeći parne sabirnice kao poprečnu vezu za slučaj potrebe zamjene pojedinih članova iz jednog bloka s drugim. Naime kod ispada jednog kotla moguće je opskrbljivati turbinu parom od drugog kotla ili obrnuto; u slučaju ispada turbine može se držati u pogonu turbina iz drugog bloka.

Sistem razvoda svježe pare vrlo je jednostavan, kako se to i iz sheme na slici 16 vidi.

Turbina pojne pumpe ugrađena u I. etapi, opskrbljuje se parom iz glavnih parnih sabirnih vodova.

Turbina pojne pumpe ugrađena u II. etapi, uzima paru iz direktnih parnih dovoda pojedinih blokova ove etape.



Slika 18. Pumpni agregat uz turboagregat *BBC*.

Ispred turbina primijenjeni su odvodnjivači.

Uz turbine snage po 12,5 MW upotrebljeni su parni ejektori, dok je na turbinu *BBC* primijenjen vodni ejektor.

U prvoj etapi predviđen je posebni odvojak od glavnih parnih sabirnih vodova do redukcione stanice 40/6 ata, odnosno 6/2 ata te do regulationog ventila za zagrijavanje i otplinjavanje vode u spremniku pojne vode.

U drugoj etapi odvojci za spremnike pojne vode predviđeni su od pojedinog glavnog parnog dovoda bloka.

Kao materijal za cjevovode svježe pare prve etape uzet je ugljični čelik, a u drugoj etapi izrađeni su

cjevovodi svježe pare od visokolegiranih Cr — Mo cijevi.

Svi cjevovodi svježe pare zajedno s pripadnom armaturom uzeti su za ND 100 kod temperature 450° C. Cijeva su bešavne. Zavješenja su elastična osim čvrstih točaka cjevovoda. Toplinske izolacije pomoću vune od drozge i limenog plašta.

Cjevovodi pojne vode

Ovi cjevovodi dijele se u dvije skupine i to: visokotlačne i niskotlačne. Niskotlačni su usisni cjevovodi, koji dovode vodu iz spremnika pojne vode u pumpe. Oni su izvedeni od Mannesmann cijevi ND 16.

U prvoj etapi dovodni cjevovod od spremnika pojne vode bio je jednostruk s tim da se prije dovoda u pumpe granao na tri spojna cjevovoda do usisne strane pumpa. U drugoj etapi upotrebljen je dvostruki cjevovod na usisnoj strani s po dva dovoda od svakog spremnika pojne vode. Pritom je i spremnik prve etape priključen na taj sistem.

Tlačni cijevovodi pojne vode izvedeni su od visokolegiranih cijevi za ND 64.

Predviđen je dvostruki sabirni cjevovod na tlačnoj strani već u I. etapi te je u II. etapi produžen.

Dovodni cjevovodi od sabirnog cjevovoda za pojnu vodu do kotlova I etape predviđeni su za svaki kotao dvostruki i to neposredno do kotla. Ispred prvih zagrijača vode kotlova postoji minovod, kojim se voda može ubacivati u kotlove i u hladionike svježe pare.

U II. etapi uzet je slični način dovoda pojne vode od sabirnog cjevovoda do kotlova. Uzeta su samo dva odvojka od sabirnog cjevovoda s tim, da se oni kasnije granaju na svaki od dva kotla.

Zavješenja cjevovoda su elastična osim u čvrstim točkama. Izolacija pomoću vune od drozge s limenim plaštem.

Cjevovodi kondenzata, oduzete pare i ispuha

Ovi cjevovodi izvedeni su od Mannesmann cijevi ND 25, ND 16 i ND 10, te su elastično zavješeni i propisno izolirani s vunom od drozge s limenim plaštem.

Cjevovodi rashladne vode i vodovoda

Cjevovodi rashladne vode unutar strojarnice izvedeni su radi pojava rošenja od lijevanih čeličnih cijevi. To su niskotlačni cjevovodi ND 6.

Voda se uzima preko usisnih košara uronjenih u bunare za rashladnu vodu te se rashladnim pumpama tlači u kondenzatore turbina odnosno u hladionike ulja i zraka turboagregata. Po izlazu iz gore opisanih rashladnih aparata skuplja se voda u jedan sabirni cjevovod te se tlači u rashladne tornjeve. Ovaj sabirni cjevovod izveden je od varenih cjevovoda i položen u kanalu. Pred rashladnim tornjevima rašlja se ovaj cjevovod u dva ogranka za pojedine rashladne tornjeve. Voda se iz rashladnih tornjeva vraća u strojarnicu putem betonskog kanala.

Cjevovodi pogonskog vodovoda izvedeni su od Mannesmann cijevi ND 10.

Toplinska komanda

Toplinska komanda je prema razvojnom stupnju u doba zaključivanja ovih uređaja, odabrana individualno za pojedine uređaje, a ne kao što je danas uobičajeno, zajednička i koncentrirana na jednom mjestu. Tako komande pojedinih kotlova i turboagregata predstavljaju odvojene cjeline.

Komandne ploče za kotlove Sulzer

Svaki kotao ima svoju ploču, a pojedini instrumenti na pločama međusobno su jednaki i mjere:

Tlak pare na izlazu iz pregrijača svježe pare — pokazni i registracioni instrument

Količina svježe pare — pokazni i registracioni instrument

Količina pojne vode — kombinirano brojilo s pokaznim instrumentom

Vodostaj u kotlu — pokazni i registracioni instrument
Ventilatori — za svaki ventilator dimnih plinova i svježeg zraka predviđen je po jedan ampermetar, a za ventilator svježeg zraka i po jedan voltmetar, koji daje za sve ventilatore podatak o raspoloživom naponu. Osim toga predviđen je za svaki ventilatorski motor po jedan gumb pomoću kojega se može otkapčati dotični pogonski motor u slučaju potrebe.

Regulacije ventilatorskih motora ugrađenim regulacionim otporima. Kod ventilatora dimnih plinova automatska regulacija, signalizacija i ručna regulacija za slučaj potrebe. Kod ventilatora svježeg zraka (potpuha) ručna regulacija sa svjetlosnom signalizacijom krajnjih položaja. Za ventilatore sekundarnog zraka nije predviđena regulacija.

Komandne ploče za kotlove WB-TPK

I za kotlove WB—TPK predviđene su pojedinačne komandne ploče. Na njima su koncentrirani instrumenti za nadzor pojedinog kotla kao i za regulaciju kotla i to s dvije mogućnosti, automatski i ručno. Kako su obje komandne ploče za kotlove WB—TPK međusobno jednake kao što je i opseg i način mjerenja i regulacije za oba kotla jednak, to ćemo ovdje opisati samo jedan uređaj.

Kontrola rada kotla

Tlak pare na izlazu za pregrijače svježe pare: pokazni i registracioni instrument

Količina svježe pare: pokazni i registracioni instrument
Temperatura svježe pare: pokazni instrument s preklopkom za 6 mjernih mjesta i registracioni instrument zajednički

Količina pojne vode: pokazni instrument
Tlak pojne vode: pokazni instrument

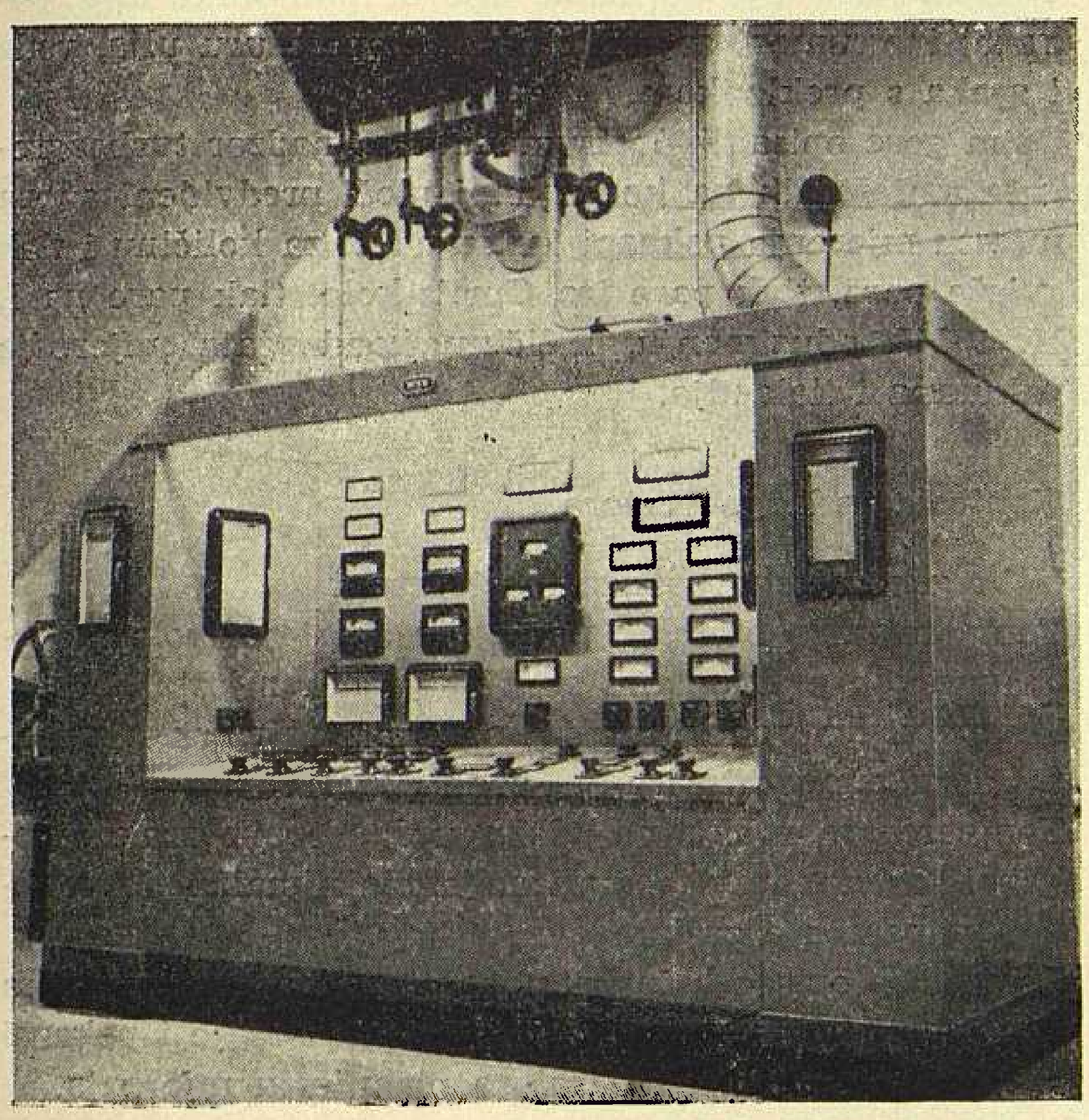
Temperatura pojne vode: pokazni instrument s preklopkom za 6 mjernih mjesta i registracioni instrument
Vodostaj u kotlovskom bubnju: pokazni instrument
Tlak zraka: pokazni instrument s preklopkom i osam mjernih mjesta.

Temperatura zraka: pokazni instrument zajednički za temperaturu pojne vode i zraka s preklopkom i 8 mjernih mjesta

Tlak dimnih plinova: pokazni instrument

Podtlak u ložištu: pokazni instrument

Temperatura dimnih plinova: pokazni instrument s preklopkom za 6 mjernih mjesta i registracioni instrument



Slika 19. Komandna ploča kotla *WB – TPK*.

Analiza dimnih plinova: pokazni instrument za CO_2, pokazni instrument za $CO + H_2$ i regsitracioni instrument.

Osim gore opisanih instrumenata za nadzor kotla smještenih na komandnoj ploči predviđeni su na mjestu mjerenja pokazni instrumenti za tlak i količinu svježe pare, količinu pojne vode, tlak pojne vode i vodostaj u kotlovskom bubnju, te brojilo za količinu pojne vode.

Kontrola rada mlinova

Temperatura ispred mlinova: 4 pokazna instrumenta
Temperatura iza mlinova: 4 pokazna instrumenta sa signalizacijom maksimalne dozvoljene temperature
Opterećenje pogonskih motora: 2 vatmetra s po dva mjerna mjesta.

Daljinsko uklapanje i regulacija

U g l j e n. Predviđeno je daljinsko stavljanje u pogon mlinskih motora, motora pumpe za naftu, motora dodavača ugljena i vage.

Regulacija je predviđena za PIV — prigone dodavača ugljena i zbirno podešavanje dodavača ugljena s preklopkom za ručno odnosno automatsko podešavanje.

P r i m a r n i z r a k. Predviđeno je daljinsko stavljane u pogon ventilatora za primarni zrak.

Regulacija je predviđena za podešavanje zaklopki za primarni zrak s preklapanjem ručno ili automatski.

P r o p u h. Predviđeno je daljinsko stavljanje u pogon ventilatora za propuh.
Regulacija je predviđena za podešavanje torzionih regulatora za propuh s preklapanjem na ručnu regulaciju i automatski.

P o j n a v o d a i s v j e ž a p a r a. Predviđena je kombinirana regulacija pojne vode i svježe pare s tim, da su za pojnu vodu predviđene dvije preklopke i to jedna za preklapanje na ručnu regulaciju odnosno automatsku, a druga za preklapanje od ventila 1 na ventil 2 pojedinog kotla.
Za regulaciju svježe pare predviđena je jedna preklopka za preklapanje na ručnu, odnosno automatsku regulaciju.
Regulacija pojne vode vrši se pomoću specijalnih regulacionih ventila za napajanje.
Regulacija svježe pare vrši se pomoću ventila za hlađenje pare uštrcavanjem pojne vode.

K o m a n d n a p l o č a z a t u r b o a g r e g a t B B C

Ova komandna ploča kombinirana je s telefonskom kabinom i postavljena uz turboagregat BBC.
Instrumenti su raspoređeni po slijepoj šemi agregata.
Za količinu kondenzata predviđen je kombinirani pokazni instrument, brojilo i registracioni instrument.
Temperatura svježe pare registrira se na registracionom instrumentu.
Tlak svježe pare može se očitati s pokaznog instrumenta.
Isto tako predviđeni su pokazni instrumenti i za tlak pare na tri oduzimanja od turbine.
Za količinu kondenzata predviđen je kombinirani pokazni instrument, brojilo i registracioni instrument.
Osm toga predviđeni su instrumenti za vodljivost kondenzata i temperaturu kondenzata.
Temperatura generatora mjeri se posebnim instrumentom s preklopkom sa 12 mjernih mjesta.
Nadalje predviđen je instrument za snagu turboagregata, mjerenje tlaka i temperature ulja i mašinotelegraf.

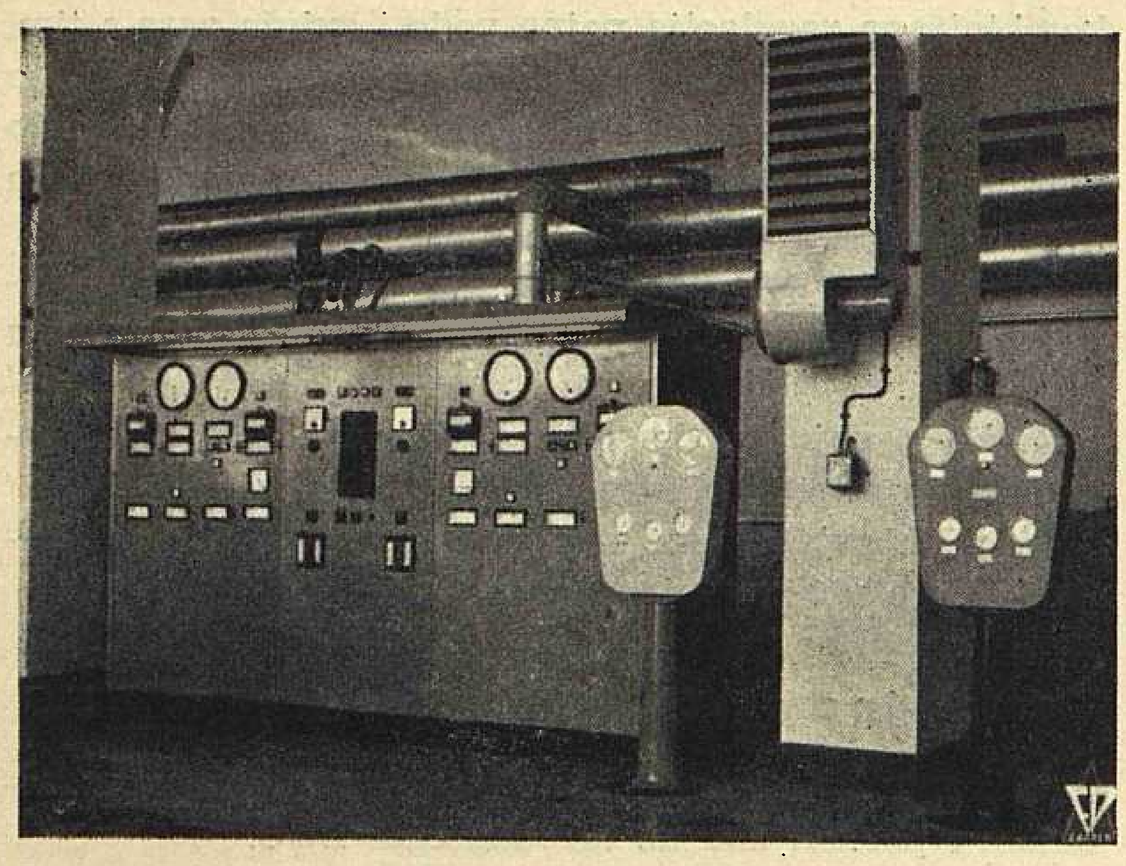
K o m a n d n a p l o č a t u r b o a g r e g a t a J u g o t u r b i n a — R. K o n č a r

Ova komandna ploča zajednička je za turboagregate Jugoturbina-R. Končar. Sastoji se od tri polja. Vanjska polja imaju ispod instrumenta slijepe šeme uređaja. Svako od ovih polja daje osnovne podatke za jedan turboagregat. Srednje polje predviđeno je za zajednički registracioni instrument i pomoćne instrumente, koji su opet tako raspoređeni, da za pojedine turboagregate zapremaju mjesto prema onom vanjskom polju, koje pripada dotičnom turboagregatu.
Po jednom turboagregatu imamo slijedeće instrumente:

Kontrola rada turbina

Količina svježe pare na ulazu u turbinu: pokazni instrument, brojilo i zajednički registracioni instrument
Tlak svježe pare na ulazu u turbinu: pokazni instrument

Tlak pare iz Curtis-kola: pokazni instrument
Temperatura svježe pare na ulazu u turbinu: pokazni instrument sa signalizacijom maksimalne dozvoljene temperature i registracioni instrument
Tlak pare na prvom nereguliranom oduzimanju: pokazni instrument
Tlak pare na drugom nereguliranom oduzimanju: zajednički pokazni instrument za II. i III. oduzimanje s preklopkom



Slika 20. Komandna ploča turboagregata *Jugoturbina.*

Tlak pare na trećem nereguliranom oduzimanju: zajednički pokazni instrument za II. i III. oduzimanje s preklopkom
Količina kondenzata: pokazni instrument
Temperatura kondenzata: pokazni instrument s preklopkom za dva mjerna mjesta i to ispred i iza njih
Vodljivost kondenzata: pokazni instrument kombiniran sa signalizacijom maksimalne dozvoljene vodljivosti
Mjerenje vakuuma: pokazni instrument i registracioni instrument
Tlak ulja za turbinske ležajeve i regulaciju: pokazni instrument s preklopkom kombiniran sa signalizacijom minimalnog dozvoljenog tlaka
Temperatura ulja na ulazu ulja u hladionik ulja: pokazni instrument zajednički za temperaturu ulja, vode i zraka s preklopkom i signalizacija maksimalne dozvoljene temperature ulja.
Temperatura ulja na izlazu ulja iz hladionika ulja: pokazni instrument zajednički za temperaturu ulja, vode i zraka s preklopkom.
Osim gore opisanih instrumenata za nadzor turboagregata smještenih na komandnoj ploči predviđeni su na mjestu mjerenja pokazni instrumenti za količinu i tlak svježe pare, tlak pare iza Curtis-kola, tlak pare na I. II. i III. oduzimanju, količinu kondenzata ,mjerenje vakuuma i tlak ulja.

Kontrola rada generatora

Učin generatora: pokazni instrument
Temperatura atorskih paketa i namotaja: pokazni instrument s preklopkom za 12 mjernih mjesta
Temperatura vode i zraka: pokazni instrument zajednički za temperaturu ulja, vode i zraka
Temperatura zraka na ulazu u hladionik zraka: pokazni instrument i signalizacija maksimalne dozvoljene temperature zraka.
Osim gore opisanih instrumenata za nadzor generatora smještenih na komandnoj ploči predviđen je i pokazni instrument za učin generatora na mjestu mjerenja.

CO_2 — zaštita

Dugme za uklapanje CO_2 — zaštita
Signalizacija uklapanja CO_2 — zaštita
Signalizacija preniskog tlaka CO_2 — zaštita

OTPREMA DROZGE I PEPELA

Ing. Milivoj Šimunić

Općenito

Kao i kod drugih termoelektrana, koje iskorištavaju niskokalorične lignite s velikim sadržajem pepela, pojavljuje se problem otpreme i deponiranja pepela kao vrlo neugodan i teško rješiv. Tome kod TE Konjščina doprinosi i ne baš sretno odabrana mikrolokacija elektrane među brežuljcima, gdje je bilo teško u neposrednoj blizini naći prikladnu dosta veliku dolinu, koja ne bi predstavljala prevelik gubitak obradivog tla za taj prenapučeni kraj, orijentiran većinom na prihode od poljoprivrede.

Problem otpreme pepela i drozge te deponiranja toga materijala rješavano je posebno za I. etapu, a posebno za II. etapu izgradnje.

U I. etapi bila je za odlaganje drozge i pepela predviđena t. zv. mala deponija, t. j. jedna pokrajina dolina uz dolinu, u kojoj je smještena termoelektrana.

Put drozge i pepela od kotlova I. etape do male deponije bio je organiziran pomoću mehaničkih transportnih uređaja.
Drozga nakon izgaranja ugljena u kotlovima I. etape pada kroz lijevak u drobilicu, koja je melje na komade ispod 50 mm i iza toga pada u mokri grabljasti transporter ispod kotla, u koji pada i sav pepeo iz kotla. Ovaj transporter izbacuje ohlađenu drozgu i pepeo na traku gumenog transportera koji ih prebacuje u posebni bunker za drozgu. Odatle se vagonetima na dekoviljskom kolosjeku pomoću dviju malih benzinskih lokomotiva otprema na malu deponiju.
Osim toga postoji mogućnost utovara drozge i na vagone normalnog kolosjeka te se može otpremiti s područja elektrane.
U II. etapi ugradnjom novih kotlova na ugljenu prašinu znatno većeg kapaciteta od onih u I. etapi problem odlaganja drozge se zaoštrio i to ne samo iz razloga znatno većih količina nego i radi drukčijeg karaktera

drozge i pepela. Naime, dok u kotlovima I. etape, koji izgaraju ugljen na roštiljima, među otpacima ima najviše drozge, a pepela ima razmjerno malo, to u kotlovima II. etape napada uglavnom pepeo, dok je drozge vrlo malo.

Transport pepela mehaničkim transportnim sredstvima vrlo je tegoban i nečist posao.

S druge strane, prevladavanje sitnog pepela u otpacima umjesto krupne drozge pogodno je za primjenu hidrauličkog uređaja za otpremu grozge i pepela. Time se postizava veći kapacitet i izbjegava prašenje.

Hidraulički transport pepela zahtijeva razmjerno velike količine vode. Unatoč tomu što TE Konjščina ne leži na velikoj rijeci, te vlada prilična oskudica na vodi za elektranu, ipak prema proračunima potreba i raspoloživa količina, stoje dostatne količine vode na ovaj način otpreme pepela na raspolaganju.

Uzet je stoga visokotlačni hidraulički uređaj za otpremu pepela i drozge na deponije kao rješenje problema pepela.

Količine pepela i drozge

Ukupni kapacitet kotlovnice iznosi kod maksimalnog opterećenja 198 t/h proizvedene pare.

Ako pretpostavimo, da se troši ugljen ogrjevne vrijednosti od cca 2000 kcal/kg sa sadržajem pepela od 25%, te da se za proizvodnju 1 kg pare utroši 628 kcal, to će uz prosječni stepen djelovanja kotlova I. i II. etape od 83% iznositi ukupne količine napadalih otpadaka (pepela i drozge):

$$G_o = \frac{198 \cdot 628}{2000 \cdot 0{,}83} \cdot 0{,}25 = 18{,}75 \text{ t/h}$$

Kako teoretska potreba vode za transport pepela i drozge iznosi 5 do 7 puta toliko kolika je količina napadalog pepela odnosno drozge, to će uz pretpostavku šesterostruke količnie vode iznositi ukupna potreba vode za ovu svrhu

$$G_v = 6 \cdot 18{,}75 = 112{,}5 \text{ m}^3/\text{h} = 31{,}3 \text{ l/sek.}$$

Prema općem planu potroška vode za cijelu elektranu ova je količina odobrena od strane Uprave za vodoprivredu, te prema opažanjima iste Uprave, uvijek stoji na raspolaganju. Uslov je ipak, da se voda, upotrebljava za otpremu drozge, nakon odgovarajućeg taloženja i filtriranja dovede nazad u potok Krapinu, odakle se crpi sva voda za elektranu, i to prije zahvata.

Tehnološko rješenje odlaganja pepela i drozge

Kako je već spomenuto, kao definitivni način otpreme pepela i drozge s teritorija elektrane usvojen je visokotlačni hidraulički uređaj sistema *Seiffert*.

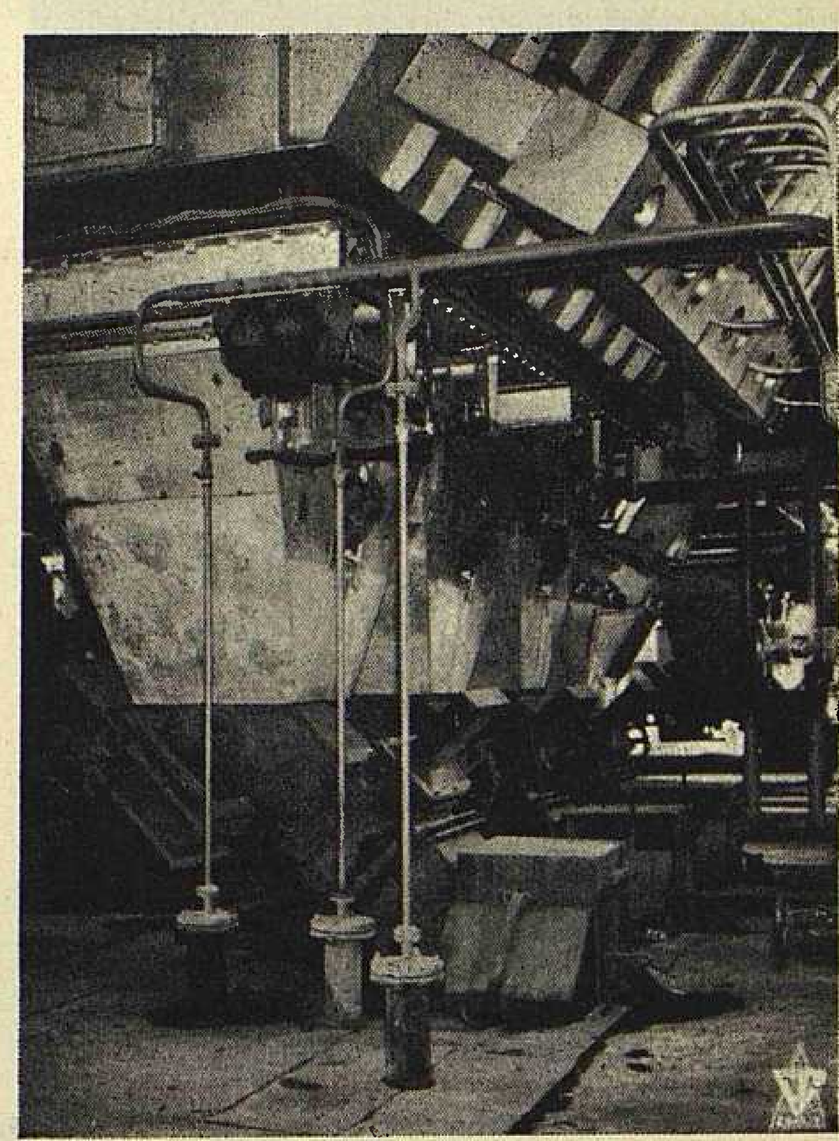
Drozga i pepeo se pomoću naprijed spomenutog uređaja transportiraju na deponije i to privremeno direktno na malu deponiju u pobočnoj dolini uz elektranu i tamo se odlaže iza brane, podignute od drozge. Voda se kroz branu procjeđuje i čista vraća u potok Jertovec, koji utječe u potok Krapinu na mjestu uzvodno od zahvata, pa je time zadovoljen uslov, postavljen za povrat vode.

Kako spomenuta mala deponija ima mogućnost deponiranja samo 300.000 m³ pepela i drozge, to njen kapacitet ne može podnijeti duži vijek elektrane.

Zato je u izgradnji velika deponija, koja se nalazi iza brda na koji se naslanja elektrana.

Za veliku deponiju iskorištena je jedna poprečna dolina, koja leži tako, da se iz nje voda slijeva prema potoku Krapini.

Deponija se osniva na nizu kaskadnih bazena kombiniranih s t. zv. kosom deponijom. Voda s pepelom i drozgom dopremi se do gornjeg dijela kosine, te se po njoj, jednakomjerno raspoređena, pretače i usput gubi drozgu i jedan dio pepela. Sitnije čestice pepela ostaju u vodi, koja se skuplja kod brane kaskadnog bazena.



Slika 21. Zahvatne posude za hidraulički transport pepela ispod *WB – TPK* kotla.

U tom bazenu se smanjenjem brzine istaloži još jedan dio pepela. Preljevna voda se čisti zatim u vertikalnom filteru i prelazi u niži kaskadni bazen, koji je opet kombiniran s kosinom i branom s filterom. Tako je predviđeno nekoliko stepena kaskadnih bazena i filtera, te voda na koncu izlazi iz deponije čista od primjesa i vraća se u potok Krapinu. Radi sigurnosti pušta se prethodno još kroz *Finkove* filtere.

Osnovni problem ovakve deponije leži u održavanju iste i to u prvom redu treba paziti, da se voda pri silazu niz kosinu ravnomjerno rasporedi, a ne da se stvaraju vododerine i bujice. Jednostavnom manipulacijom t. j. bacanjem nekoliko lopata zemlje na početak stvaranja vododerine, može se nastajanje iste spriječiti.

Na novoj deponiji može se odlagati pepeo i drozga tokom 85 godina pogona elektrane pri 80% neprekidnom opterećenju.

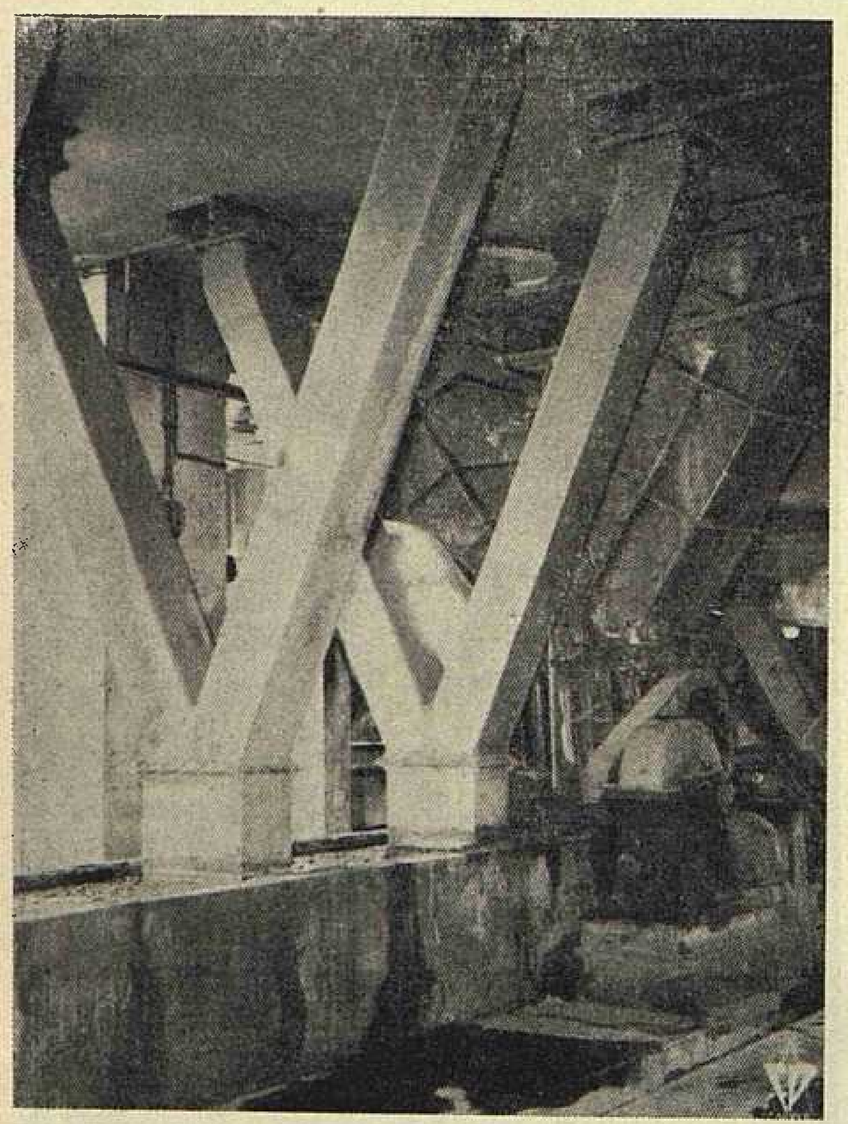
Visokotlačni hidraulički transportni uređaj

Transportiranje pepela i drozge na malu deponiju je predviđeno direktno pomoću *Seiffert*-ovog visokotlačnog hidrauličnog uređaja.

Transportiranje pak na veliku deponiju predviđeno je također istim visokotlačnim hidrauličkim uređajem, preko bunkera za mulj i pumpne stanice za mulj.

Prvi dio *Seiffert*-ovog visokotlačnog uređaja sastoji se od pumparnice tlačne vode, koja je prigrađena između kotlovnice i dimnjaka elektrane, u kojoj su postavljene pumpe slijedećih karakteristika.

Broj pumpi	3
Kapacitet pojedine pumpe	66 m^3/h
Visina dizanja	210 m V. S.
Snaga svakog pogonskog motora	80 kW



Slika 22. Pogled na mokri grabljasti transporter za drozgu kotla *Sulzer*. U pozadini se vidi drobilica za drozgu.

Gore navedene pumpe tlače čistu sirovu vodu iz pogonskog vodovoda elektrane u posebne transportne aparate sa sapnicama za miješanje, gdje voda preuzima pepeo i drozgu te je putem cjevovoda odvodi bilo direktno na malu deponiju bilo opet u bunker za mulj na brežuljku iznad elektrane, a na putu prema velikoj deponiji.

Transportnih aparata ima ukupno 19, te su raspoređeni i kod starih i novih kotlova.

Kod starih kotlova drozga i pepeo dolaze iz grabljastog mokrog transportera pojedinog kotla u sabirni lijevak kapaciteta po 30 min pogona kotla. Iz sabirnog lijevka drozga i pepeo dolaze preko plosnatog zasuna do transportnog aparata, gdje ih zahvaća mlaz vode i tlači u sistem muljnih cjevovoda.

Pepeo iz filtera dimnih plinova i dimnjaka pada u posebne sabirne lijevke, odakle se transportnim aparatima otprema u sistem cjevovoda.

Novi kotlovi, loženi ugljenom prašinom, ispuštaju pepeo odnosno drozgu preko plosnatih odnosno okruglih zasuna direktno u sabirne lijevke, smještene ispod kotlova. Iz sabirnog lijevka pada drozga odnosno pepeo u transportni aparat odakle ga voda nosi u sistem cjevovoda.

Muljni cjevovodi imaju promjer 125 mm. Ugrađena su ukupno tri cjevovoda i to po jedan za svaki novi kotao, a jedan opet za oba stara kotla.

Privremeno su danas muljni cjevovodi orijentirani na malu deponiju, te nakon izlaza iz kotlovnice na koti + 181 m leže u betonskim kanalima do brežuljka, a u daljem toku zavješeni su na drvenim stupovima do male deponije. Do te deponije vode dvije cijevi promjera 125 mm.

Po konačnom rješenju otpremat će se pepeo i drozga na veliku deponiju.

Kod toga je trasa cjevovoda do brežuljka uz elektranu ista kao i kod privremenog rješenja, a zatim trasa skreće ravno na brežuljak prema bunkeru za mulj. Od elektrane do bunkera za mulj bit će postavljena tri cjevovoda promjera 125 mm za mulj i jedan cjevovod promjera 80 mm za vodu, potrebnu za ispiravanje bunkera za mulj. Cjevovodi će biti zavješeni na željeznim stupovima.

Bunkeri za mulj i pripadna pumpna stanica za mulj su na brežuljku na koti + 196,80 m.

Muljni cjevovodi se izlijevaju u sabirni bunker i time je iskorišten visokotlačni uređaj hidrauličkog transporta.

U pumpnoj stanici za mulj smještene su muljne pumpe slijedećih karakteristika:

Broj pumpi	2+1
Kapacitet pojedine pumpe	75 m^3/h
Visina dizanja	21 m V. S.
Snaga svakog pogonskog motora	15 kW

Muljne pumpe sišu mulj iz bunkera i tlače ga preko vrha brežuljka na koti + 210 m na veliku deponiju, čije je djelovanje opisano u prošlom poglavlju.

PARNI KOTLOVI U DRUGOJ ETAPI ELEKTRANE JERTOVEC

Ing. Stjepan Herr, Tvornica parnih kotlova, Zagreb **621.311.22:621.18**

Opisani su parni kotlovi montirani u drugoj etapi izgradnje. Uvozni težinski dio iznosi 30%, a 70% je izrađeno u domaćim tvornicama. Učin kotla je 50/64 t/h, radni pritisak 43 atp, temperatura 450° C; loženje prašinom lignita 1800 kcal/kg, sa 27% vlage.

Uvod

Projekt i izrada kotlovva druge etape elektrane Konjščina povjerena je austrijskoj tvrtci Waagner Biro A. G., Wien — Graz, a u kooperaciji s Tvornicom parnih kotlova, Zagreb. Uvozni težinski udio iznosi 30%, a 70% izrađeno je u Tvornici parnih kotlova ili vrlo malim dijelom kod domaćih subliferanata. Montažu kotlova izvelo je poduzeće Braća Kavurić, Zagreb uz nadzor rukovodećeg osoblja tt. Waagner Biro.

Kotlovi su predani investitoru »Elektrane« Zagreb dne 25. XI. 1957. na uporabu.

Glavni podaci

Normalna proizvodnja	50 t/h
Maksimalna trajna proizvodnja	64 t/h
Vršna proizvodnja (½ sata)	69 t/h
Minimalna trajna proizvodnja	22 t/h
Koncesioni pritisak	45 atp
Radni pritisak	43 atp
Temperatura na izlazu pregrijača pare	450 °C
Ulazna temperatura pojne vode	150 °C
Temperatura zagrijanog zraka	280 °C
Temperatura plinova na izlazu	140/160 °C
Stupanj djelovanja kotla	
kod normalne proizvodnje	86 %
kod max. trajne proizvodnje	85 %
Stupanj djelovanja filtera	93 %

Gorivo

Lignit iz bazena rudnika Konjščina, donje ogrijevne moći min. 1800 kcal/kg, a maks. cca 2000 kcal/kg.

Sortiman	0—30 mm
Sadržaj vlage maks.	27 %
Sadržaj sumpora maks.	2 %
Temperatura mekšanja šljake	1100—1150 °C
Temperatura taljenja šljake min. cca	1230 °C

Uređaj za loženje

Izvedena su 4 mlina N 26 tipe KSG *(Kohlenscheidungs-Gesellschaft,* Stuttgart), s pomičnim žarnjacima za loženje teškim uljem (mazutom) ukupnog kapaciteta cca 20 t/h pare.
Skladište ugljena kao i transportni uređaji do bunkera za ugljen uz same kotlove dimenzionirani su već prije za puno opterećenje, računajući s proširenjem kapaciteta centrale. Dograđen je samo novi uređaj za drobljenje ugljena na maksimalnu veličinu zrna 30 mm i izvedeno je produženje transporta ugljena od kosog transportera do betonskih bunkera novih kotlova.
Novi kotlovi priključeni su na postojeći zidani dimnjak visine 70 metara.

Opis parnih kotlova

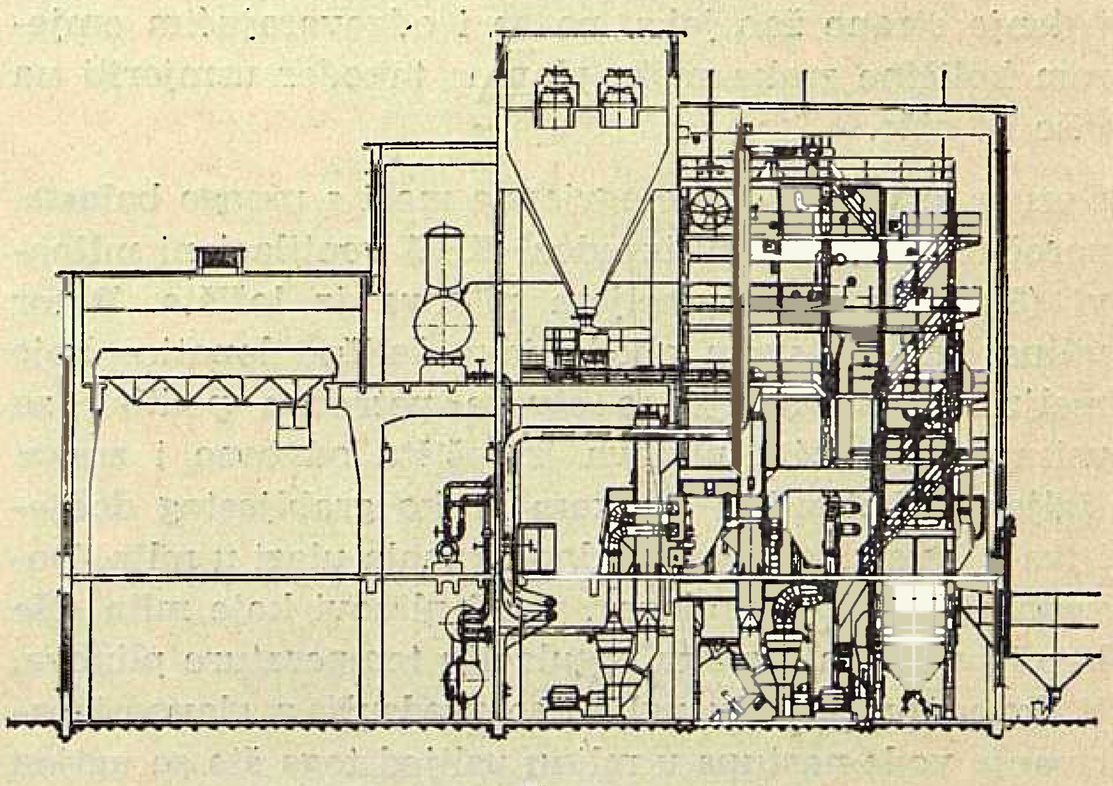
Ložište

Izvedeni kotlovi su strmocijevni radiacioni kotlovi s prirodnom cirkulacijom vode i s dva prolaza dimnih plinova. Ložište kao osnovna jezgra cijele konstrukcije kvadratnog je presjeka (5,5×5,5 m). Donji dio ložišta (lijevak ložišta) ima oblik piramide, a gornji je sužen radi miješanja dimnih plinova i smještaja pregrijača pare u spojnom horizontalnom kanalu. (Sl. 1.)

Cijelo zidje ložišta prekriveno je cijevima promjera 70/64 mm, a koraka 115 mm.

Ove cijevi tvore na svakoj stranici ložišta posebnu skupinu s odgovarajućom sabirnom komorom smještenom s vanjske strane lijevka ložišta. Za svaku skupinu predviđene su posebne dovodne cijevi koje prolaze unutar zidja kotla, a osiguravaju ispravnu prirodnu cirkulaciju vode.

Dvije po dvije cijevi na bočnim stranicama vežu se vilicom u jednu cijev koja ulazi u bubanj. Cijevi na prednjoj i stražnjoj strani ložišta direktno ulaze u bubanj. Sve su one uprešane.

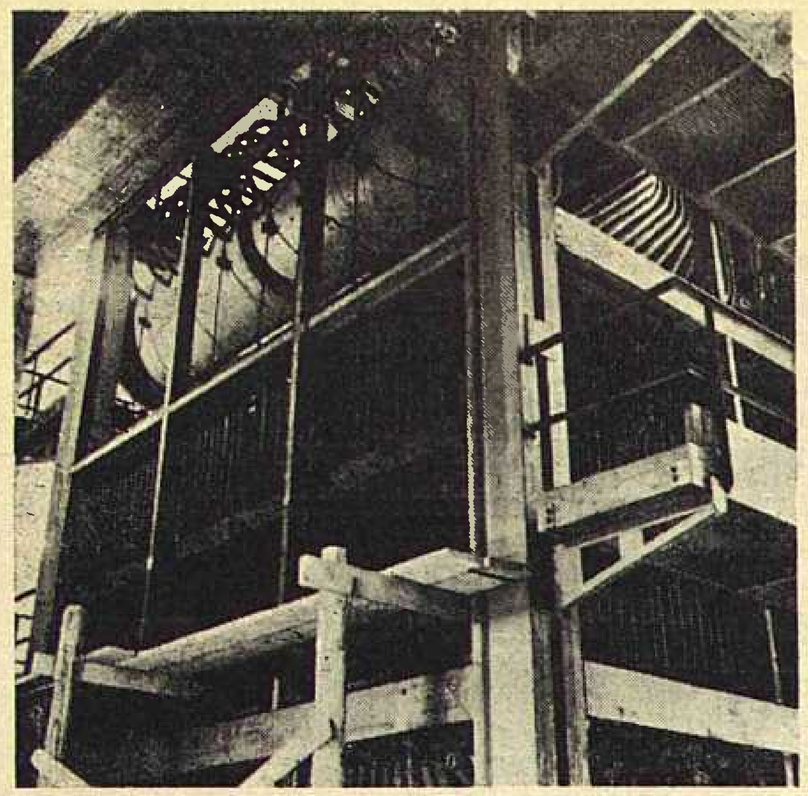


Sl. 1.

Dovodne cijevi smještene su na dnu bubnja (Sl. 2) da bi se osigurao dotok vode i kod najnižih vodostaja. One dovode mješavinu vode i pare. Da bi razina vode u bubnju bila što mirnija i time para na izlazu iz bubnja što više suha, ugrađene su pregrade koje sprečavaju udaranje mješavine vode i pare na razinu vode u bubnju. Osim toga na izlazu iz bubnja para prolazi kroz posebne odjeljivače kapljica vode.

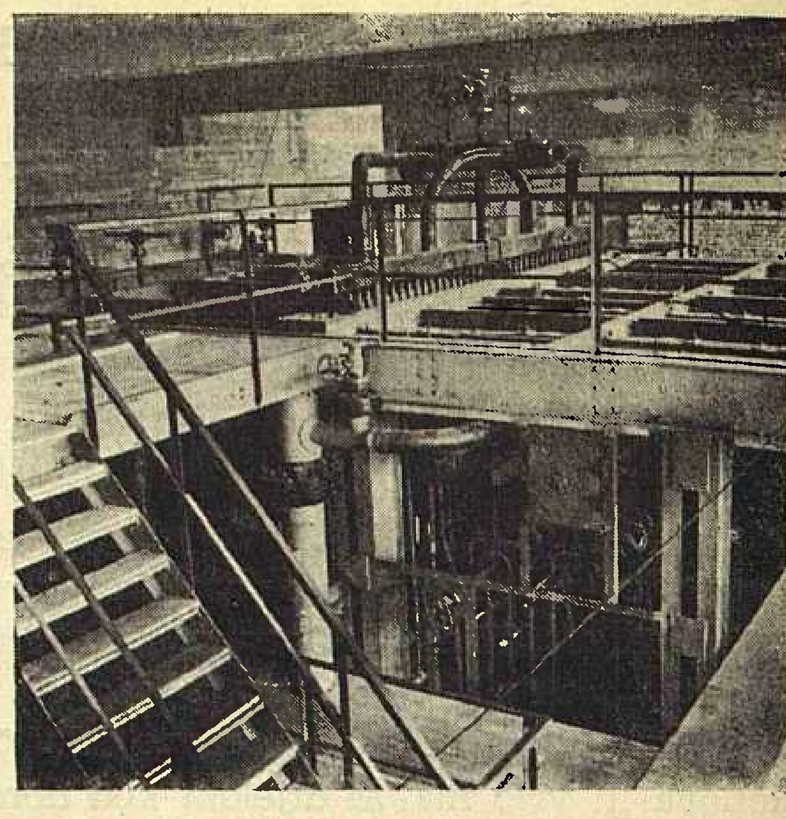
Bubanj promjera 1600 mm, debljine 43 mm, cilindrične dužine 7000 mm zavaren je, a podnice su izvedene u cjelini zajedno s plaštem (»gekümpelt«). On je na krajevima zavješen pomoću U-vješalice na čeličnu konstrukciju kotla. Vješalice vise na valjkastim ležajima i omogućuju nesmetano dilatiranje bubnja.

U kutove ložišta ugrađeni su žarnjaci za ugljenu prašinu i, posebni, za teško ulje. Ovim prvima može se mijenjati nagib t. j. plamen može biti više ili manje usmjeren prema lijevku ložišta. Poznato je da se promjenom nagiba žarnjaka mijenja prijenos topline u ložištu, a time u određenim granicama varira temperatura pregrijane pare.



Sl. 2. Bubanj i dovodne cijevi ložišta.

Sl. 3. Mlinovi ugljene prašine N 26, tipa NSG.



Sl. 4. Strop kotla s pregrijačem pare i hladnjakom.

Osim toga gorivo ulazi tangencijalno u ložište stvarajući jak vrtlog oko njegove vertikalne osi. Time se postiže dobro miješanje goriva, ispravno izgaranje i jednolična temperatura po čitavom presjeku ložišta. Zrak potreban za izgaranje dovodi se kao primarni i sekundarni. Ulaz sekundarnog zraka nalazi se s gornje i donje strane žarnjaka, pa se i odgovarajućim omjerom količine zraka može plamen također usmjeriti na više ili niže.

Gorivo je veoma niske ogrjevne moći s mnogo balasta, naročito vlage, pa su izvedeni KSG ventilacioni mlinovi (Sl. 3) s recirkulacijom plinova iz ložišta. Rotor mlina ima na svom obodu jake čelične lopatice koje melju ugljen, a ujedno stvara potreban podtlak za usisavanje vrućih plinova iz ložišta odnosno i zraka. Ugljen iz betonskih bunkera preko grabljastog dodjeljivača i vertikalnog dovodnog kanala ulazi u mlin. Dovodnim kanalom prolaze i vrući plinovi koje mlin siše kao i potreban zrak za regulaciju temperature plinova. U dovodnom kanalu ugljen se predsuši, a glavno isparivanje vode nastupa u mlinu uslijed toga što se ugljen samelje i stvori velika dodirna površina za prijenos topline.

Usitnjen ugljen raznih veličina zrna napušta rotor te ulazi u spiralno obočje i dalje u odjeljivač. U ovome se odjeljuju grube čestice (krupica) koje padaju ponovno u rotor, a fine odlaze u žarnjake uslijed predtlaka kojeg stvara mlin. Pomoću zaklopki u odjeljivaču može se za vrijeme pogona mijenjati finoća meljave i uregulirati tako da se postigne najmanji gubitak uslijed neizgorenog.

Dovodni kanali su pod podtlakom, a odvodni se mogu lako brtviti, tako da okolina mlina može biti uvijek čista. Usisna i tlačna strana može se zatvoriti, pa je izmjena lopatica moguća i za vrijeme pogona, a ne traje više od 1 sata.

Kućište mlina kao i spiralno obočje prekriveno je čeličnim pločama odnosno gredicama od običnog materijala (osim tri gredice na izlaznom dijelu obočja koje su od Mn-čelika). Pokazalo se naime da je cijena održavanja oklopa ista kod običnog i legiranog materijala, a nelegirani se daleko brže i lakše nabavlja. Lopatice rotora su također od običnog materijala.

Mlin je izravno preko »Pulvis« — spojke vezan na elektromotor. Značaj ove spojke je taj što se okretni moment od trenutka ukapčanja povećava postepeno i to uslijed nalijeganja sve većeg broja sitnih kuglica na obočje spojke.

Mlin zajedno sa elektromotorom leži u podrumu na posebnom temelju, a dovodni kanali koji su prilično teški (izolirani s nutarnje strane šamotom) poduprti su na koti ložača i slobodno vezani (posebne brtvenice) na ulaz mlina. Zbog toga se trešnja mlina ne prenosi na ostale temelje odnosno zgradu.

Na dnu lijevka ložišta ugrađena su dva mehanička roštilja za dogorjevanje propada i dovodi se zrak potreban za izgaranje.

Pregrijač pare

U spojnom kanalu između ložišta i drugog prolaza plinova smješten je dvodjelan pregrijač pare, a s vanjske strane kotla (lijevo i desno) između oba dijela nalazi se po jedan hladnjak pare.

Zasićena para izlazi na najgornjem dijelu bubnja i prolazi kroz red cijevi smještenih u zaštićenom prostoru iznad spojnog dimnog kanala. Ove cijevi, u visini drugog prolaza, zaokreću prema dolje i završavaju u sabirnoj komori. One služe kao noseće cijevi zmijastog zagrijača vode. Broj izlaznih cijevi iz bubnja dovoljno je velik, tako da je oduzimanje pare jednolično po čitavoj dužini bubnja.

Iz sabirne komore izlaze vijuge prvog dijela pregrijača pare, koji se nalazi u području temperatura dimnih plinova nižih nego drugi dio. Para struji u protustruji i ulazi u dva hladnjaka pare. U drugom dijelu para struji u sustruji i odlazi preko sabirnih komora u izlaznu komoru pregrijača pare.

Ovaj tok strujanja pare sprečava da se najviša temperatura pare podudara s najvišom temperaturom dimnih plinova. Ovo je veoma važno za trajnost pregrijača pare u slučaju nejednoličnog zagrijavanja pare u pojedinim vijugama.

Smještaj hladnjaka između oba dijela pregrijača pare ima istu prednost. Temperatura pregrijane pare regulira se u području nižih temperatura, tako da pregrijana para na izlazu iz pregrijača pare ne može prekoračiti dozvoljenu radnu granicu. Kada bi hladnjak bio

smješten iza drugog dijela, temperatura pare prešla bi dozvoljenu granicu jer ona raste s opterećenjem kotla. Kvalitet materijala cijevi morao bi se uzeti bolji, a hladnjak pare morao bi biti od legiranog materijala, što sve poskupljuje cijenu kotla i smanjuje trajnost i sigurnost pogona.

U hladnjaku (Sl. 4) se temperatura pare regulira, od normalnog do vršnog opterećenja, ubrizgavanjem fino raspršenih kapljica vode.

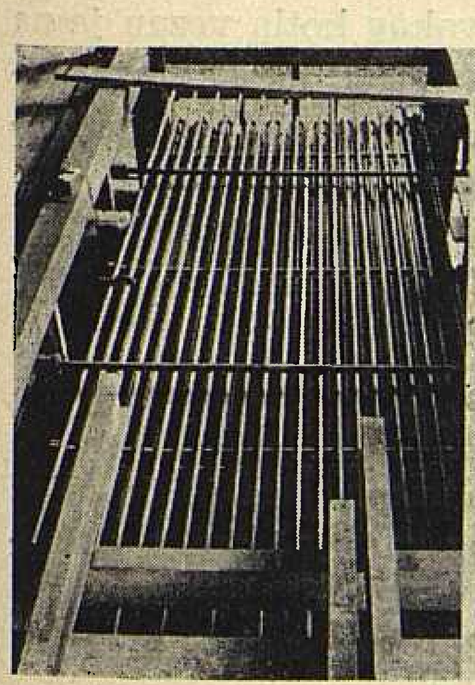
On se sastoji od vanjskog i nutarnjeg plašta, unutar kojih i između kojih struji para, a koji služe da se ona što dulje zadrži i ohladi na potrebnu temperaturu. Eventualni suvišak vode automatski se ispušta. Oba dijela pregrijača pare zavješena su posebnom konstrukcijom na krovni dio čeličnog skeleta kotla. Dijelovi noseće konstrukcije, koji se nalaze u struji dimnih plinova, izvedeni su od legiranog materijala.

Zmijasti zagrijač vode

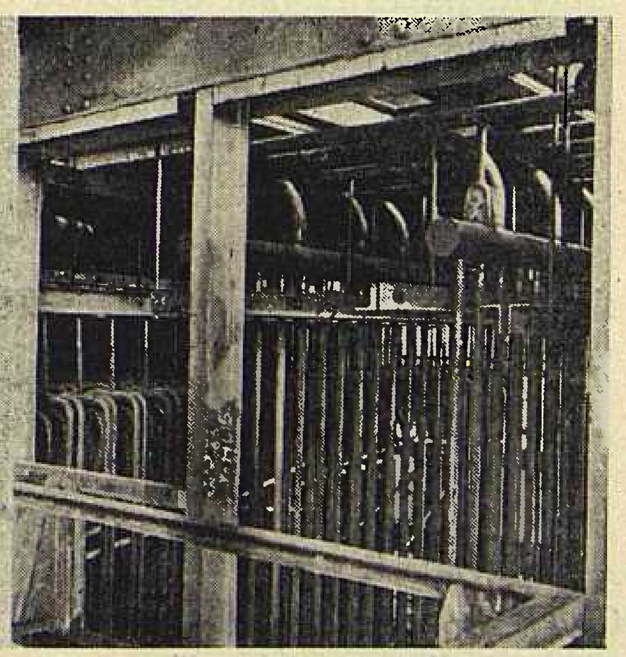
Na početku drugog prolaza dimnih plinova smješten je drugi dio zmijastog zagrijača vode. Iza njega slijedi drugi dio pločastog zagrijača zraka i dalje prvi dio zmijastog zagrijača vode (Sl. 5). Dva dijela odabrana su zato da bi se dobila povoljna veličina ogrijevne površine zagrijača zraka.

Raspored i korak vijuga izveden je tako da je na relativno malenom prostoru ugrađena velika ogrijevna površina, a istovremeno osigurana propisana brzina strujanja vode. U prvom dijelu voda se zagrijava, a u drugom i isparuje.

Vijuge zagrijača vode nastavljaju se sve do bubnja, prolazeći kroz zaštićeni dio stropa, i ulaze neposredno iznad razine vode u bubanj. Ovdje su također s nutarnje strane bubnja ugrađene pregrade radi smirivanja razine vode.



Sl. 5. Cijevni zagrijač vode II.

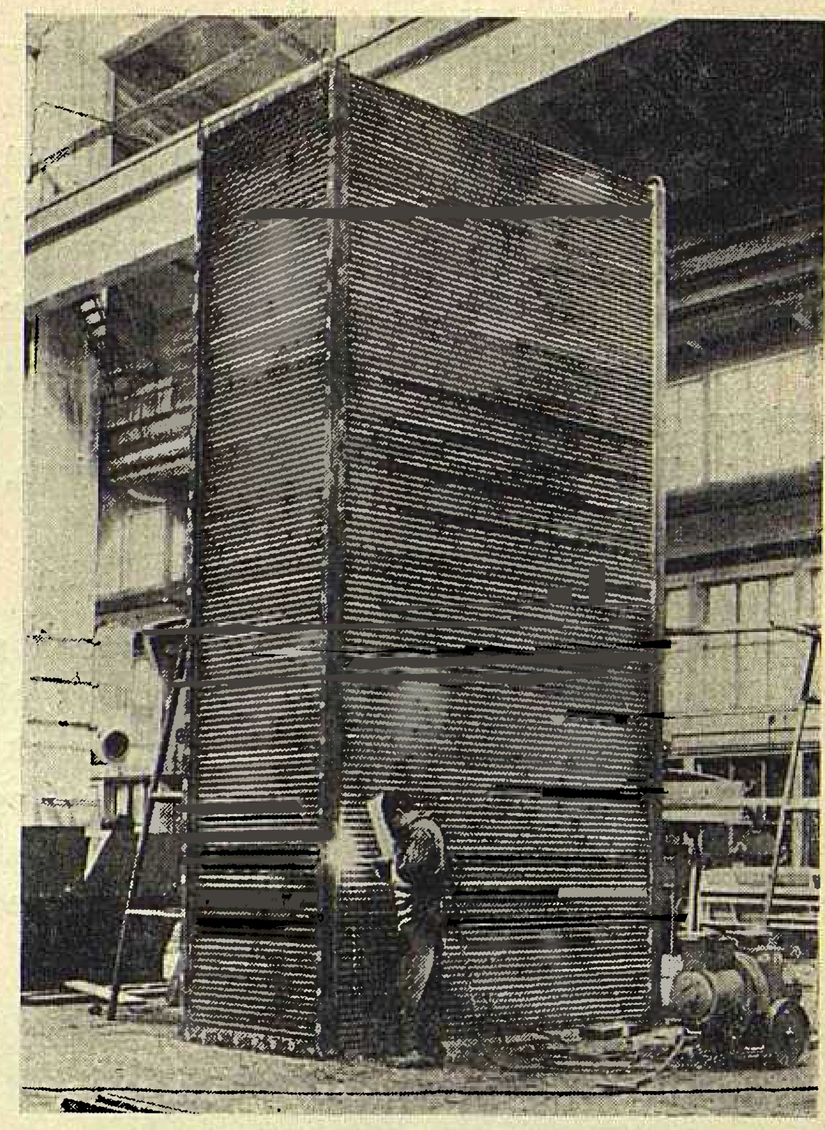


Sl. 6. Dio pregrijača pare s nosećim cijevima zagrijača vode.

Budući da se prvi dio zagrijača vode nalazi u području još relativno visokih temperatura dimnih plinova to je ovaj, kao što je već spomenuto, zavješen na cijevi pregrijača pare (Sl. 6). Drugi dio leži na četvrtastim komorama, a razmak između vijuga održava se ulošcima od ljevanog željeza legiranog s kromom.

Pločasti zagrijač zraka i filter

Zagrijač zraka izveden je od ploča lima 1500 x 3000 x x 3 mm ukupne dužine 6000 mm. Razmak između ploča na strani plina iznaša 20 mm, a na strani zraka 18 mm, a osiguran je ulošcima od tankog plosnatog čelika. On je po svojoj težini u cjelini najteži dio kotla (Sl. 7). Filter dimnih plinova po konstrukciji je multiciklon, ali ujedno služi kao zagrijač zraka (pod nazivom »luvofilter«, patent tt. Waagner Biro A. G.). Elemenat



Sl. 7. Pločasti zagrijač zraka u izradi (težak oko 30 tona).

filtera sastoji se od ćelije, privodnih lopatica i cijevi za odvod očišćenih plinova (Sl. 8). Ćelija ima na vanjskoj strani horizontalna rebra, koja su oblikovana kao kanali kroz koje struji zrak u smjeru okomitom na smjer strujanja dimnih plinova.

Plinovi ulaze u ćeliju kroz privodne lopatice koje stvaraju vrtlog. Uslijed nastalog vrtloga krute čestice pod utjecajem centrifugalne sile talože se prema obodu i struje dalje prema koničnom izlazu ćelije te konačno padaju u trodjelni bunker za pepeo.

Cijev za čiste plinove smještena je u sredini ćelije a nosi ju jezgra privodnih lopatica. Kroz tu cijev dimni plinovi izlaze u smjeru suprotnom struji na ulazu ćelije (zato se ćelija zove povratna za razliku od prolazne, gdje plinovi prolazeći kroz nju ne mijenjaju smjer) i odlaze u limeni spojni dimni kanal, odnosno dalje u zidani dimnjak.

Zrak nakon prolaza kroz zračne kanale ćelija filtera, prolazi kroz dva ventilatora i zatim kroz dva paketa pločastog zagrijača zraka te odlazi u žarnjake. Od ukupne potrebne količine zraka samo 85 % se zagrijava. Prvi paket smješten je iznad filtera, a drugi ispod zagrijača vode — isparivača.

Recirkulacija zraka predviđena je radi sprečavanja rošenja, odnosno korozije i začepljivanja konusa ćelija, kao sekundarnih pojava. Naime kod zraka okolišne temperature, temperatura stijene ćelije bila bi ispod temperature rošenja i zato treba recirkulacijom zraka povećati njegovu ulaznu teemperaturu.

Uz svaki kotao, kao što je već spomenuto, predviđena su po dva ventilatora za zrak (proizvod Ventilator, Zagreb).

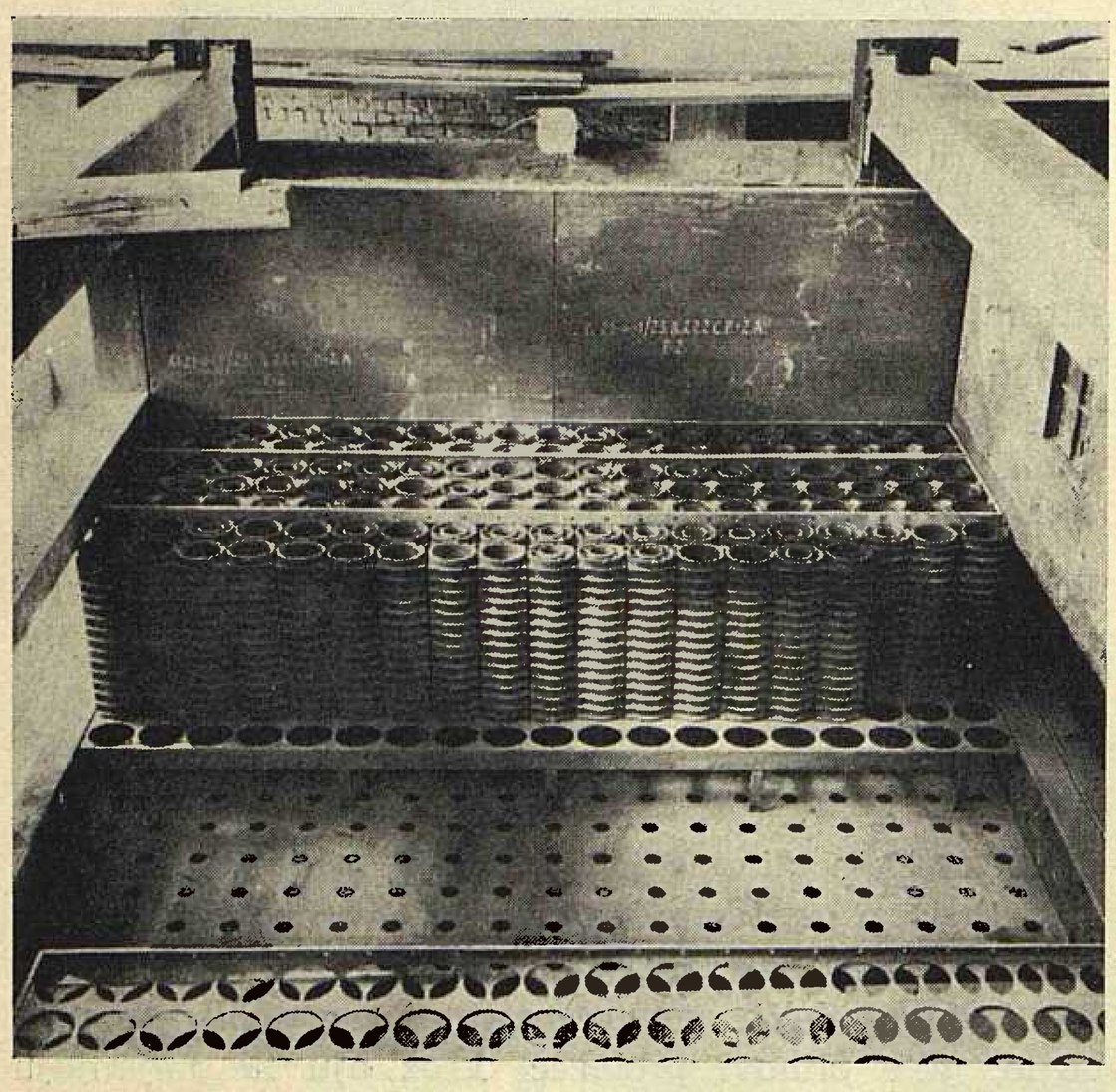
Spojni dimni kanal

Za svaki kotao izveden je poseban dimni kanal pravokutnog presjeka 1,8 x 2,7 m. Kanal je dugačak cca 17 m, prolazi na visini 3,2 m i poduprt je rešetkastim nosačima. U kanalu, s unutarnje strane stražnjeg zida kotlovnice, ugrađen je glavni zasun, a neposredno uz dimnjak izvedena je posebna čelična konstrukcija na kojoj je smješten za svaki kotao po jedan ventilator za odsis plinova. Dimni kanal nije posebno izoliran, nego je premazan vatrostalnom srebrnom bojom. Ovo je učinjeno radi ispitivanja primjene vatrostalnih boja kao zaštitnog sredstva protiv klimatskih i termičkih utjecaja.

Ventilatori za odsis plinova su konstrukcije tt. Sirocco-Werk, Wien, sa statorskom regulacijom.

Čelična konstrukcija kotla

Čelična konstrukcija kotla sastoji se od četiri glavna stupa za ložište i isto toliko za drugi prolaz plinova. Svi ovi stupovi povezani su kruto sa stropnim okvirom. Stupovi ložišta stoje na jakom okviru kvadratnog oblika, a ovaj leži na četiri betonska stupa, dok oni drugog prolaza stoje direktno na betonskim stupovima.



Sl. 8. Filter dimnih plinova kombiniran sa zagrijačem zraka (»Luvofilter«).

Na skeletu ložišta, a u razmacima od cca 3 metra, ugrađeni su sa svih strana horizontalni nosači za nošenje zidja. U drugom prolazu horizontalni nosači ugrađeni su prema potrebi za nošenje pojedinih kotlovskih elemenata (zagrijač vode, zagrijač zraka i filter; sl. 7 i 8). Radi što boljeg povezivanja čelične konstrukcije predviđen je dovoljan broj sekundarnih i vertikalnih nosača.

Galerije su izvedene na svim mjestima potrebnim za posluživanje odnosno kontrolu rada kotla. One su za oba kotla izvedene kao cjeline. Stepenice između pojedinih galerija smještene su u sredini između oba kotla. Pod galerija izrađen je od rešetkastih pocinčanih nosača.

Ozid kotla i izolacija

Sve vanjske površine kotla prekrivene su limenom oplatom radi što boljeg brtvljenja i većeg stupnja djelovanja kotla. Oplata je zavarena na čeličnu konstrukciju.

U ložištu kao i u ostalim dijelovima kotla, gdje vladaju relativno visoke temperature, zidje je izvedeno od šamotne i izolacione opeke, te od jastuka troskine vune. U ostale dijelove ugrađena je crvena opeka i troskina vuna.

U horizontalnom i vertikalnom smjeru predviđene su u zidju fuge, koje omogućavaju nesmetano dilatiranje zidja uslijed temperaturnih promjena.

Zračni kanali, dovodni kanali ugljena do mlina i t. d., te cjevovodi pare i vode izolirani su troskinom vunom obloženom pocinčnanim limom.

Pomoćni uređaji

Uređaj za loženje mazutom smješten je u podrumu uz pregradni zid između obih kotlovnica. Ovo mjesto odabrano je zato, jer se s druge strane zida nalazi sličan uređaj za staro postrojenje. Žarnjaci, filteri i drugi manji specijalni dijelovvi proizvod su tt. Unitherm, Wien.

Uz svaki kotao predviđena je po jedna centrifugalna pojna pumpa s elektromotorom, a za oba kotla jedna zajednička turbopumpa. Pumpe je isporučila tt. Vogel, Stockerau, a turbopumpu tt. Kühnle, Kopp & Kausch, Frankenthal. Napojni uređaj smješten je u strojarnici.

Uređaj za odvod pepela i šljake je hidraulički sistem Seiffert, Berlin. Ova tvrtka isporučila je samo specijalne dijelove.

Cjevovodi i armatura

Glavni parni izlazni cjevovod svakog kotla vezan je na zajednički sabirni dvostruki cjevovod, da bi novi kotlovi mogli raditi sa starim postrojenjem i obrnuto. Analogno vrijedi za cjevovod pojne vode.

Sva fina armatura je NP 64 osim uz pregrijač pare i glavni parni vod, gdje je NP 100. Prirubnice su izvedene s utorom prema DIN 2512.

Duvači čađe

Uz pregrijač pare i zagrijač vode ugrađen je dovoljan broj okretnih duvača čađe, a uz zagrijač zraka pokretni duvači čađe.

Oni dobivaju iz bubnja paru, koja se reducira na 13 atp i kod toga pregrije.

Svi priključci duvača čađe kao i pripadajući cjevovodi usmjereni su prema dolje, tako da je osiguran odtok kondenzata.

Izvedena je kompletna automatska regulacija (regulacija uređaja za loženje, ventilatora za otsis, temperature pregrijane pare i napajanja). Uređaj je isporučila tt. Wiener Schwachstrom Werke, Wien.

Izvadak iz termičkog proračuna

Glavne dimenzije

Širina kotla	6,7 m
Dužina kotla	12,2 m
Visina kotla	18,7 m
Visina s podrumom	24,0 m

Širina ložišta	5,5 m	
Dužina ložišta	5,5 m	
Visina ložišta	12 m	
Volumen ložišta	363 m^3	
Opterećenje presjeka ložišta	1,72	10^6 kcal/m^2h
Opterećenje volumena ložišta	144	10^3 kcal/m^3h
Dovedena toplina	48,5	10^6 kcal/h
Proizvedena toplina	41,2	10^6 kcal/h
Količina goriva	27	t/h

Suvišak zraka i CO_2

Ložište	1,32	14,5 %
Izlaz kotla	1,42	13,5 %

Temperature plinova (srednje) i brzine

Snop		900° C	10 m/sek
Pregrijač pare II		830° C	6,6 m/sek
Pregrijač pare I		710° C	6,8 m/sek
Pregrijač pare II		830° C	6,6 m/sek
Zagrijač zraka II -	plin	405° C	8,6 m/sek
	zrak	215° C	8,8 m/sek
Zagrijač vode I		300° C	5,1 m/sek
Zagrijač zraka I -	plin	210° C	6,3 m/sek
	zrak	110° C	6,8 m/sek
Filter	plin	175° C	—
	zrak	62° C	—

Primjedba: Sve vrijednosti iz termičkog proračuna odnose se na maksimalno trajno opterećenje kotla.

Izvedene površine

Ložište	700 m^2
Pregrijač pare	450 m^2
Zagrijač vode	1400 m^2
Zagrijač zraka	2455 m^2

Ventilator za odsis

Kapacitet	128.000 Nm^3/h
Statički pritisak	200 mm SV
Temperatura	160 °C

Ventilator za potpuh

Kapacitet	2 × 44.000 Nm^3/h
Statički pritisak	300 mm SV
Temperatura	70 °C

Pojne pumpe

Kapacitet	80 t/h
Pritisak	52 atp
Temperatura	150 °C

Turbopumpa je dvostrukog kapaciteta.

Upotrebljeni materijal

Bubanj 1600 ϕ × 7000 mm	H III
Hladnjak pare 300 ϕ × 2300 mm	M II
Sabirne komore cijevnog sistema 188/140 mm	M II
Sabirne komore pregrijača pare 188/140 mm	M II i 15 Mo 3
Sabirne komore zagrijača vode 188/140 mm	Če 35.8/II
Glavni parni cjevovod	Če 35.8/II i 15 Mo 3
Ostali cjevovodi	Če 35.29
Čelične konstrukcije	Če 37.12
Pločasti zagrijač zraka	Če 37.21
Filter (ljevane ćelije)	Lž 12.91
Šamotno zidje	SK 34,33/34,32
Zavješenja cijevi	Anthitherm

Montaža

Ugovorom je predviđeno da će parne kotlove montirati Tvornica parnih kotlova. Međutim pošto je poduzeće Braća Kavurić preuzelo montažu turbinskog i električnog dijela te razne pomoćne uređaje, to je u dogovoru i uz sugestiju investitora Tvornica parnih kotlova povjerila istome montažu kotlova. Jedno montažno poduzeće na gradilištu lakše raspoređuje radnu snagu, alat i t. d., t. j. bolje može organizirati posao u cjelini i time ubrzati i pojeftiniti montažu.

Kada se pristupilo montaži kotlova čelična konstrukcija i galerije bile su već na gradilištu. Nakon postavljenja glavnih nosača čelične konstrukcije podigao se je bubanj. Istovremeno dovršavala se je montaža čelične konstrukcije, galerije i stepenica, a započelo se je s ugradnjom cijevnog sistema, pregrijača pare i zagrijača vode. Pločasti zagrijač zraka i filter ugradili su se naknadno. Prvi zato što je zakasnila isporuka lima, a drugi radi lakše manipulacije kod ugradnje raznih dijelova.

Nakon dovršenja svih montažnih varova na dijelovima kotla koji rade pod pritiskom, izvršen je hladni vodeni pritisak kao i röntgeniziranje varova na cijevnom sistemu. Svi snimljeni varovi su zadovoljili.

Posebne grupe radile su na montaži uređaja za loženje (mlinovi, kanali ugljene prašine i t. d.), ventilatora za odis, na ventilatorima za zrak, na gruboj armaturi i t. d.

Neposredno iza hladnog vodenog pritiska pristupilo se je ozidavanju kotla. Slijedila je montaža cjevovoda, mjernih instrumenata, uređaja za odvod pepela i t. d., te izolacija svih svijetlih dijelova koji rade u temperaturi.

Sušenju zida pristupilo se je po dovršetku spojnog dimnog kanala do dimnjaka, a iza toga privarena je limena oplata.

Nakon dovršenog probnog pogona mlinova, ventilatora pojnih pumpi i t. d. te završene montaže cijelog postrojenja moglo se je započeti s probnim pogonom.

Montaža pojedinih dijelova drugog kotla slijedila je u razmacima od 1—3 mjeseca iza prvog kotla.

Zaključak

Na početku je spomenuto da težinski udio Tvornice parnih kotlova u izgradnji postrojenja iznaša cca 70%. *Tvornica parnih kotlova* izradila je slijedeće:

1. čeličnu konstrukciju s limenom oplatom, galerijama i stepenicama
2. savijanje cijevi cijevnog sistema, pregrijača pare i cijevnog zagrijača vode
3. pločasti zagrijač zraka
4. kombinirali zagrijač zraka s filterom u kooperaciji s OLT-om
5. uređaj za loženje ugljenom prašinom osim kućišta i rotora mlinova
6. kućište ventilatora za odsis plinova
7. duvače čađe
8. grubu armaturu, zaklopke, roštilj za dogorijevanje i slično.
9. cjevovode unutar kotlovnice od nelegiranog čelika

Ventilatore za zrak izradio je *Ventilator*, Zagreb.

Kao što se vidi uvezeni su bubanj, sabirne komore, hladnjak pare, fina armatura, pojne pumpe, mjerni i kontrolni instrumenti i još neki manji specijalni dijelovi. Naravski bezšavne cijevi, legirani limovi i slično također su uvezeni. Elektromotori dijelomično su uvezeni, a djelomično isporučeni od *R. Končar i Sever.* Izvedeni kotlovi u TE Jerotovac su prvi veliki kotlovi koje je izradila Tvornica parnih kotlova, naravski prema tehničkoj dokumentaciji inozemnog kooperanta. Oni su ujedno i najveći koji su izrađeni u zemlji s tolikim domaćim udjelom.

Neke dijelove Tvornica parnih kotlova prije izrade ovih kotlova nije uopće izrađivala, a točnost izrade naročito kod savijanja cijevi prije je daleko zaostajala iza uvjeta koji su propisani za visokotlačne kotlove. Treba spomenuti da se je baš savijanje cijevi, varenje i ispitivanje hladnim vodenim pritiskom izvelo pod veoma nepovoljnim uslovima. Radilo se u provizornoj hali i na otvorenom, najvećim dijelom u zimskom vremenu, jer nova moderna radionica za savijanje cijevi u ono doba nije bila još dovršena.

Isporučeni dijelovi mogli su se na montaži bez ikakovih poteškoća i popravljanja ugraditi odnosno montirati, jer je proizvodnja bila u svim fazama stalno nadgledana i kontrolirana.

Samo uskim kontaktom svih sudionika u izradi kotlova, između glavnih kooperanata s jedne strane i pojedinih odjela unutar tvornice odnosno subliferanata s druge strane, mogli su se riješiti ti problemi.

U toku razrade projekta parnih kotlova izvršeno je pokusno ispitivanje u Toplani Klagenfurt s ugljenom određenim za loženje u TE Jertovac. Time je kontroliran kapacitet odabranih mlinova, jer se je zahtijevao puni kapacitet kotla kod rada samo sa tri mlina, te finoća meljave, izgaranje i t. d. Rezultati ispitivanja bili su pozitivni te je proizvođač i investitor dobio stanovitu garanciju za uspješan rad novih kotlova.

Tvornica parnih kotlova preuzela je garanciju za kakvoću upotrebljenog materijala i točnost izrade prema crtežima, a inozemni kooperant garanciju za ispravan rad kotla i ugovorene tehničke uvjete (kapacitet, pritisak, temperatura pregrijane pare, stupanj djelovanja i t. d.)

Nakon dovršene montaže u ugovorom predviđenome roku (prvi kotao 21, a drugi 24 mjeseca po stupanju ugovora na snagu), isključivši produženje zbog više sile, izvršen je probni pogon. Razumljivo je da se je za vrijeme probnog pogona moralo više toga dotjerati, popraviti pa čak i izmijeniti. U probnom pogonu nisu se ustanovili veći nedostaci, osim što se nije mogao postići minimalni teret od 22 t/h pare bez dodatnog loženja teškim uljem (mazutom). Prekrivanjem cijevi ložišta šamotnom masom s obe strane žarnjaka u površini 1,5 × 3,5 m, postigao se traženi minimalni teret bez dodatnog loženja uljem. Od manjih nedostataka koji su svi otklonjeni mogu se spomenuti vibracije nekih mlinova i dovodnih kanala, manja rekonstrukcija odjeljivača mlina, izolacija dovodnih kanala za ugljen, pulzacije u ložištu, začepljivanje konusa prvih redova ćelija filtera, propusnost dva vara na zagrijaču vode i t. d.

Nakon uspješno dovršenog probnog pogona pristupilo se je garancijskom ispitivanju, kojeg je izvršio Institut za elektroprivredu — Zagreb. Dobiveni rezultati ispitivanja odgovaraju u potpunosti ugovorom predviđenim uvjetima. Stupanj djelovanja kotla je u prosjeku čak za cca 1,9 poena veći. Rezultati ispitivanja filtera nisu još sređeni.

Konačno je uslijedila predaja kotlova investitoru na uporabu.

Popis isporučilaca

Glavni isporučioci:

Tvornica parnih kotlova, Zagreb
Waagner Biro A. G., Graz-Wien

Ostali isporučioci – strani:

Centrifugalne pumpe – *Vogel,* Stockerau
Turbo pumpe – *KKK,* Frankenthal
Uređaj za loženje uljem – *Unitherm,* Wien
Ventilatori za odsis – *Sirocco* – Werke, Wien
Specijalne šamotne opeke i nacrti ozidavanja – *Custodis,* Wien
Mjerni i kontrolni uređaj – *WSW;* Wien
Dijelovi uređaja za odvod pepela i šljake – *Seiffert,* Berlin
Elektromotori – *AEG,* Berlin

Ostali isporučioci – domaći:

Odljevi filtera – *Osječka ljevaonica željeza i tvornica strojeva,* Osijek
Obrada odljeva filtera – *Metalus,* Zagreb
Savijanje limova zagrijača zraka – *Jedinstvo,* Jankomir
Pocinčani rešetkasti podovi – *Ikarus,* Zemun
Ventilatori za zrak – *Ventilator,* Zagreb
Niskotlačne zupčaničke pumpe – *Prvomajska,* Zagreb
Šamotni materijal – *Tvornica šamota,* Aranđelovac
Elektromotori – *R. Končar,* Zagreb; *Sever,* Subotica

Montažni radovi:

Braća Kavurić, Zagreb

ELEKTRIČNI DIO TERMOELEKTRANE JERTOVEC

Ing. Ljudevit Matjan, Elektroprojekt, Zagreb

621.311.22.005:621.311.4

Električno postrojenje projektirano je tako da se energija prebacuje preko blok transformatora u mrežu 110 kV. Vlastita potreba elektrane snabdjeva se iz sabirnica 10 kV, koje se napajaju sa stezaljki generatora preko prigušnice ili preko transformatora iz mreže 30 kV. U slučaju ispada mreže 30 kV, može se elektranom krenuti preko blok transformatora uzimanjem energije iz 110 kV mreže. Veliki motori pomoćnih postrojenja su za 6 kV. Postrojenje 110 kV snabdjeveno je sklopkama za 1500 i 1800 MVA, generatorski odvojak 10 kV za 500 i 400 MVA, a postrojenje 10 kV za 100 MVA. Svi električni uređaji su na standardnom nivo-u današnje tehnike.

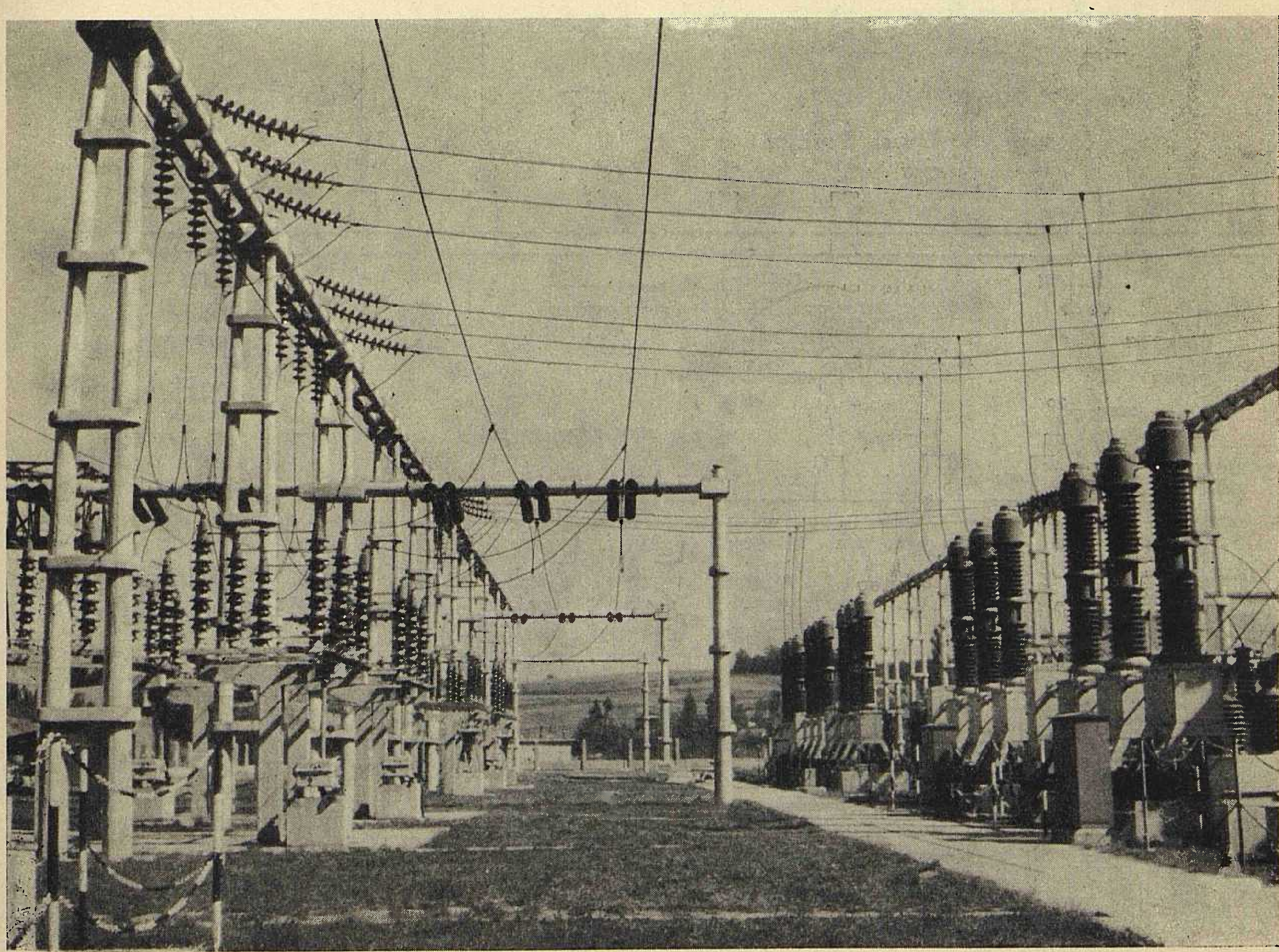
Općenito

Sva proizvedena energija termoelektrane Konjščina prebacuje se dalekovodima 110 kV na mjesto potrošnje pa su zato generatori električki vezani sa blok-transformatorima direktno na 110 kV. Razvodno postrojenje 110 kV predstavlja glavne sabirnice elektrane, a ujedno i čvorište 110 kV vodova, u kojemu se zatvara prsten oko šireg područja grada Zagreba te osigurava povezivanje sa Slovenijom, a za kratko vrijeme i sa Podravinom.

U sadašnjoj etapi izgradnje, u neposrednoj okolici termoelektrane nema znatnijih potrošača, koji se ne bi mogli snabdjeti vodovima 30 kV iz Rakitja ili Nedeljanca. Za slučaj većeg razvoja konzuma u njezinoj neposrednoj okolini predviđena je mogućnost ugradnje transformacije 110/30 kV, te razvodnog uređaja napona 30 kV. Čitavo postrojenje termoelektrane izgrađeno je u dvije etape i to:

U prvoj etapi, u odnosu na električni dio, postavljen je turboagregat br. I od 14,8 MW sa generatorom od 22,8 MVA. U 110 kV postrojenju ugrađeno je polje generatorskog transformatora 20 MVA, dva dalekovodna polja: jedno za Nedeljanec i jedno za Rakitje, te mjerno polje za jedan sistem sabirnica.

U drugoj etapi ugrađeni su turboagregati II i III učina po 12,5 MW, sa generatorima 16 MVA. U 110 kV postrojenju ugrađena su dva nova transformatorska polja, sa transformatorima od 16 MVA, jedno dalekovodno polje za Resnik, spojno polje, mjerno polje za drugi sistem sabirnica te je izvršena rekonstrukcija postojećih dalekovodnih polja za Nedeljanec i Rakitje. Općenito se može reći da su nabavku opreme za prvu etapu izgradnje pratile sve teškoće u vezi sa pribavlja-



Sl. 1. Pogled na rasklopno postrojenje 110 kV.

njem deviznih sredstava za inozemne nabave, a da su u drugoj etapi skoro kompletnu električnu opremu isporučile domaće firme.

Električna šema

Glavne sabirnice elektrane su u postrojenju 110 kV, koje su predviđene kao dvosistemne. Svi generatori su napona 10,5 kV te su svaki preko svojega blok-transformatora sa odnosom prijenosa 10,5/115±5% kV vezani na postrojenje 110 kV. Učini pojedinih generatora i blok-transformatora su:

Generator I 22,8 MVA, blok-transf. 20 MVA
Generator II 16 MVA, blok-transf. 16 MVA
Generator III 16 MVA, blok-transf. 16 MVA

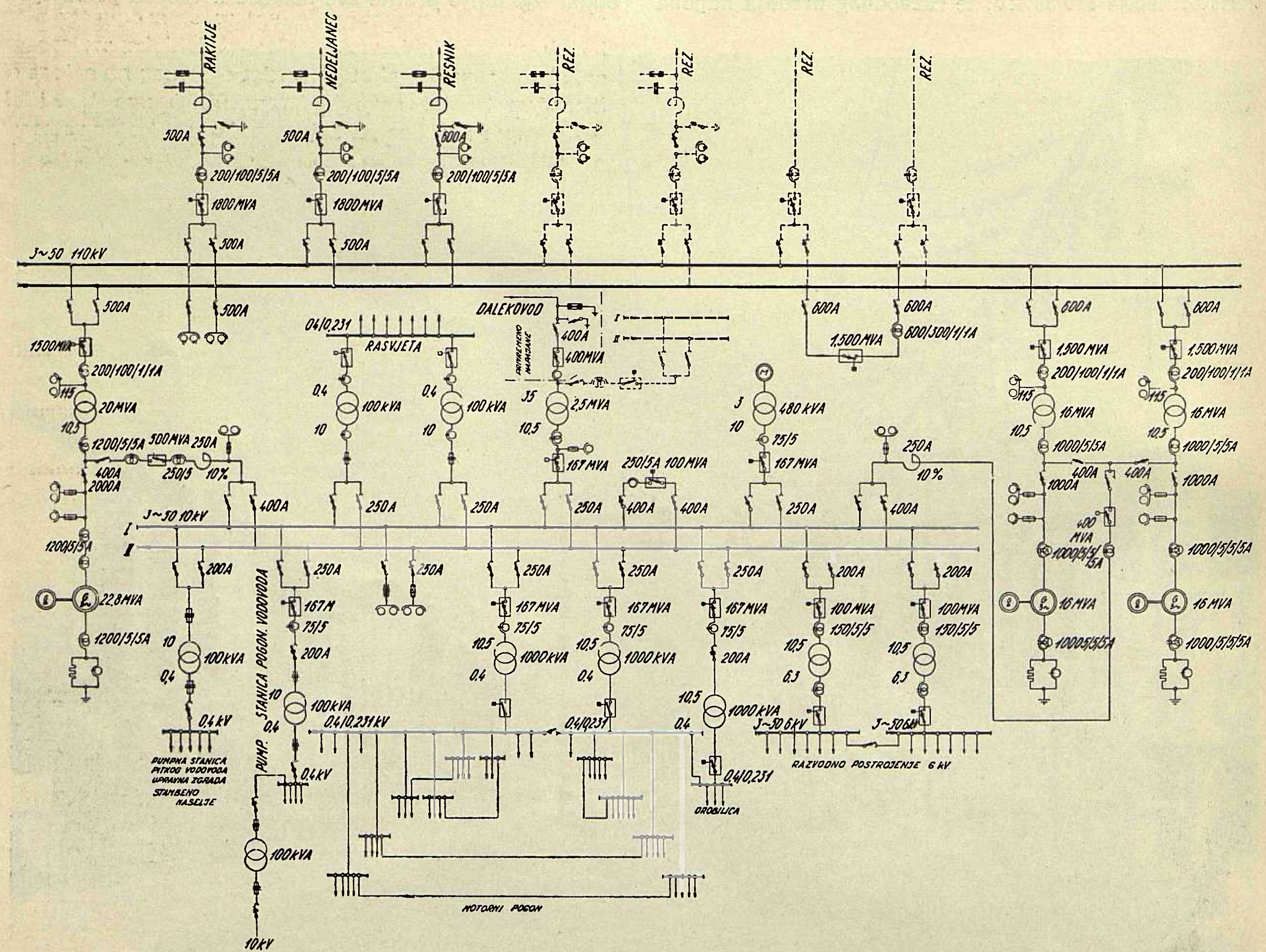
Postrojenje 110 kV predviđeno je za mogućnost ugradnje ukupno 12 polja. Dosada je opremljeno 8 polja i to 3 generatorska, 3 dalekovodna, 1 spojno te 1mjerno polje tako, da za daljnje opremanje stoji na raspolaganju prostor još za 4 polja.
Vlastita potreba elektrane vezana je na postrojenja 10 kV, koje je predviđeno također sa dva sistema sabirnica. Napajanje ovog postrojenja može se vršiti iz tri izvora i to:

a) iz dalekovoda 30 kV, preko transformatora učina 2,14 MVA, 30 ± 5,8%/10,5 kV u slučaju, kada je elektrana izvan pogona odnosno kod stavljanja u pogon
b) iz odvojka na stezaljkama generatora I, preko prigušnice
c) iz odvojka na stezaljkama generatora II ili III preko prigušnice time, da se pomoću preklopnog rastavljača može odabrati iz kojeg se generatora vrši napajanje

U vezi između svakog generatora i blok-transformatora ugrađen je rastvaljač, koji omogućuje, da se u slučaju ispada mreže 30 kV, sa elektranom može krenuti u pogon uzimanjem napona iz 110 kV mreže. U takovom slučaju se jedan od generatora odvoji od blok-transformatora tako, da transformator ostane vezan samo sa odvojkom za vlastitu potrošnju. Nakon toga se krene u pogon sa jednim od druga dva generatora, koji preuzme i napajanje vlastite potrebe. Iza toga se privremena veza za napajanje može prekinuti, pa se rastavljač može opet uključiti, čime je blok ponovno sposoban za proizvodnju elektr. energije i njezinu predaju mreži 110 kV.

Sa sabirnica 10 kV snabdijevaju se svi potrošači u sklopu vlastite potrebe elektrane preko odgovarajućih transformatora i to za:

a) postrojenje 6 kV, za pogon velikih motora, preko dva transformatora, učina po 2,5 MVA, 10,5 ± 5%/6,3 kV
b) postrojenje 380/220 V za pogon motora (manjih od 100 kW), preko dva transformatora po 1 MVA, 10,5 ± 5%/0,4/0,231 kV



Sl. 2. Jednopolna električna shema elektrane. *Elektroprojekt, Zagreb*

c) postrojenje 380/220 V za rasvjetu, preko dva transformatora od po 100 kVA, 10 ± 5%/0,4/0,231 kV

d) postrojenje 380/220 V u drobilici, preko jednog transformatora od 1 MVA, 10,5 ±5%/0,4/0,231 kV

e) postrojenje 380/220 V u pumpnoj stanici, preko jednog transformatora od 100 kVA, 10 ± 5%/0,4/0,231 kV

f) pumpa rashladne vode za turboagregat I, napona 3 kV spojena je u blok sa transformatorom 480 kVA, 10,5/3 kV

g) postrojenje 380/220 V za pitki vodovod i stambenu koloniju, preko jednog transformatora 100 kVA, 10 ± 5%/0,4/0,231 kV.

Način međusobnog vezivanja pojedinih dijelova postrojenja vidljiv je iz jednopolne sheme elektrane.

Podaci o strujama kratkoga spoja

Proračun struja kratkog spoja u pojedinim dijelovima proveden je pod slijedećim pretpostavkama:

a) Snaga kratkog spoja na sabirnicama 110 kV uvjetovana utjecajem mreže 110 kV, određena je na temelju proračuna mreže sa 762 MVA (podatak Instituta za elektroprivredu Zagreb).

b) Relativno rasipanje generatora pretpostavljeno je sa 12,5%

c) Perspektivna transformacija 110/30 kV računata je sa maksimalno dva transformatora po 20 MVA

d) Relativno rasipanje velikih transformatora uzeto je sa 10,5%, a malih (1 MVA) i manjih sa 4,4%

e) Prigušnice u generatorskim odcjepima za vlastitu potrošnju su za nazivnu struju 250 A, te reaktancije 10%.

Rezultati proračuna dati su u tabeli.

	Raskl. učin MVA	Izmj. komp. str. kr. sp. kA	Trajna str. kr. sp. kA
Sabirnice 110 kV postrojenja	1.023	5,37	4,3
Odvojak 10 kV generatora I	385	22,2	20,4
Odvojak 10 kV gen. II ili III	300	17,3	16,0
Sabirnice 10 kV postrojenja	86	4,96	4,9
Sabirnice 6 kV postrojenja	44,5	4,3	4,3
Sabirnice 0,4 kV glavni razvod	18,7	28,4	28,4
Sabirnice 0,4 kV za rasvjetu	2,26	3,44	3,44
Sabirnice 0,4 kV u pumpnoj stanici	2,38	3,62	3,62

Rasklopno postrojenje 10 kV dimenzionirano je za rasklopnu snagu, koja može nastupiti u slučaju, da se napajanje vrši iz dva izvora, t. j. za momenat prebacivanja pogona sa jednog izvora na drugi.

Odabrane su zaštitne sklopke u pojedinim dijelovima postrojenja u odnosu na struje kratkog spoja, uzmiajući u obzir raspoložive tipove kako slijedi:

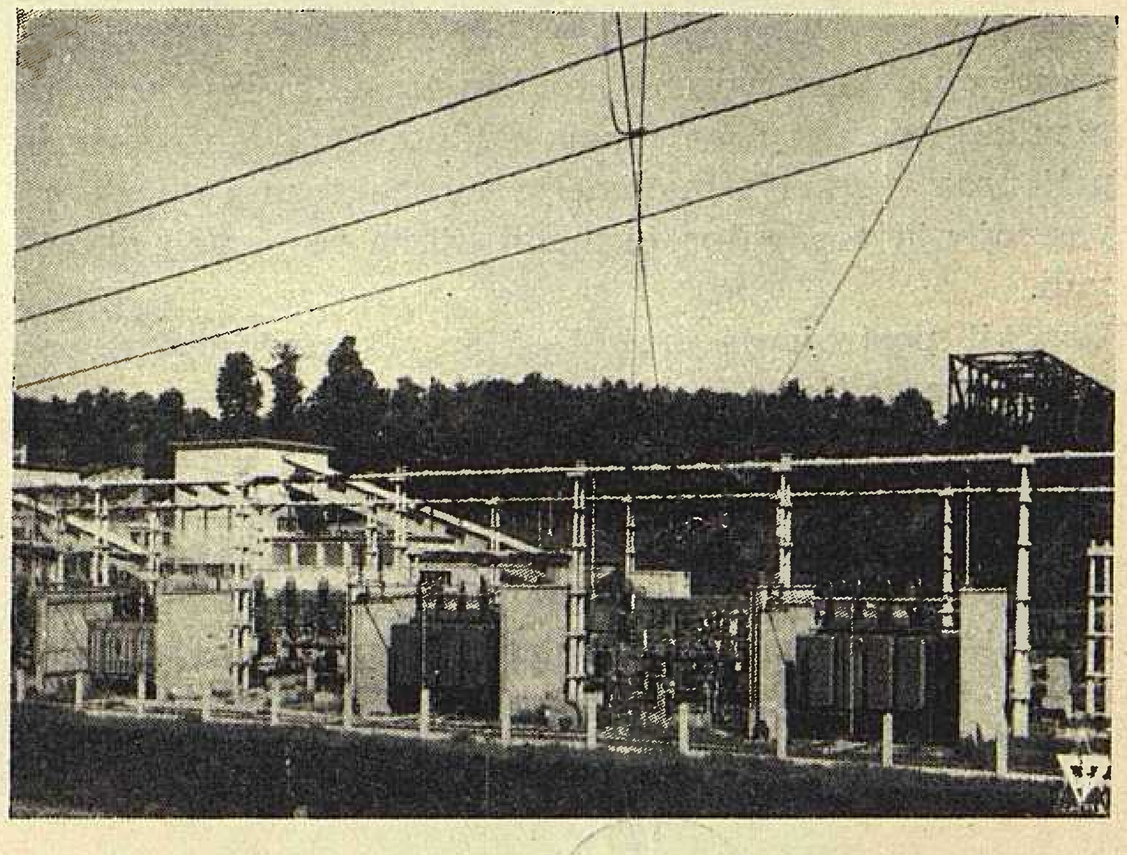
	I. etapa		II. etapa
postrojenje 110 kV	1.500	i	1.800 MVA
gen. odvojak 10 kV	500	i	400 MVA
postrojenje 10 kV	167	i	100 MVA
postrojenje 0,4 kV glavno	50 kA eff.		
postrojenje 0,4 kV za rasvjetu	5 kA eff.		
postrojenje 0,4 kV u pumpnoj st.	osigurači		

Dispozicija električnih uređaja

Dispozicija električnih uređaja unutar elektrane bila je diktirana s jedne strane težnjom za dobru mogućnost priključka i razvoda vodova visokog napona, vezanih na elektranu, s druge strane željom da uređaji vlastite potrebe budu po mogućnosti smješteni najbliže centrima vlastitog potroška, a s treće strane trebalo je voditi računa o ostalim, pretežno strojnim uređajima elektrane, blizini uređaja pod visokom temperaturom, visokom pritisku te mogućnosti dobrog prilaza i rukovanja sa svim uređajima.

Postrojenje 10 kV uz generator uvijek je smješteno na koti ± 0,0 uz temelj turboagregata na generatorskoj strani.

Postrojenje 110 kV zbog specifičnih uslova lokacije nije moglo biti disponirano uz glavnu pogonsku zgradu nego je odmaknuto na udaljenost cca 105 m od nje zauzevši prostor između prilazne ceste unutar područja elektrane i skladišta ugljena. Ovaj položaj postrojenja omogućuje dobar rasplet vodova.



Sl. 3. Pogled na transformatorske komore 110 kV.

Postrojenje 10 kV, postrojenje 0,4 kV glavno, komanda i transformatori 2,14 MVA 30/10,5 kV, 2×1 MVA 10,5/0,4 kV, 480 kVA 10/3 kV i 2×100 kVA 10,5 0,4 kV smješteni su u prigradnji uz glavnu pogonsku zgradu na njezinoj jugoistočnoj strani.

Postrojenje 6 kV smješteno je na koti ± 0,0 strojarnice u pumpnom prostoru, uza zid prema kotlovnici te se nalazi na veoma povoljnom mjestu na kojem je omogućena najkraća veza na visokonaponske motore u strojarnici i kotlovnici.

Transformatori 10,5/6 kV, 2,5 MVA smješteni su na sjeverozapadnoj strani glavne pogonske zgrade te su postavljeni na prostoru uz zabatni zid pumpnog i bunkerskog prostora.

Transformator 1 MVA 10,5/0,4 kV te razvodni uređaj 0,4 kV za potrebe transporta ugljena smješten je u prigradnju uz drobiličnu zgradu.

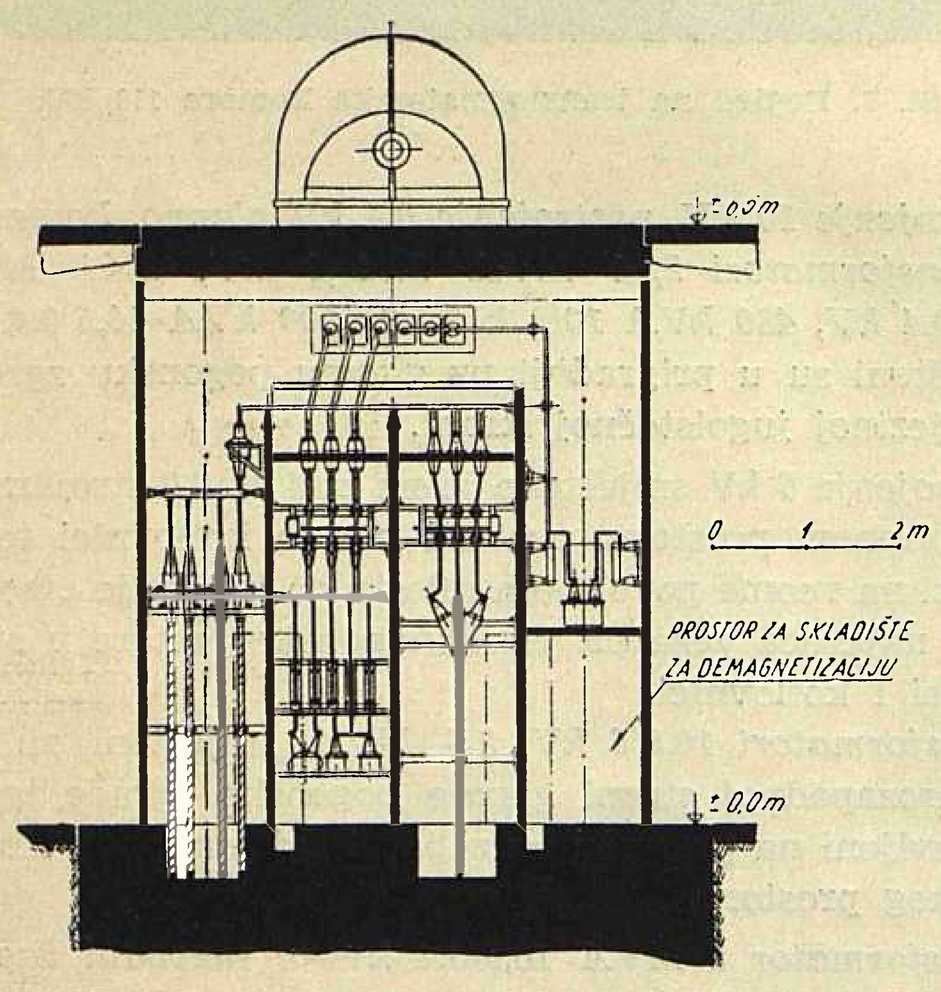
Uređaji pumpne stanice pogonskog vodovoda smješteni su u zgradi pumpne stanice, koja leži u dolini rječice Krapine, sjeverozapadno od elektrane na udaljenosti 1,2 km od elektrane.

Uređaji pumpne stanice pitkog vodovoda smješteni su u zgradi pumpne stanice, koja leži na prostoru između elektrane i stambene kolonije, s južne strane prilaznog puta do elektrane na udaljenosti cca 140 m od portirnice elektrane.

Podrazdjelnici 0,4 kV za motorski razvod u čitavom postrojenju smješteni su neposredno uz same potrošače na najprikladnijem mjestu za razvod kabela do motora uz zahtjev za što kraće priključne kabele.

Postrojenje 10 kV uz generator

Priključak na generator izveden je u rashladnom kanalu generatora, povezivanjem šest izvedenih krajeva namotaja sa šest strujnih transformatora, ugrađenih u provodnu ploču na frontalnom zidu temelja. Tri strujna transformatora na izlaznoj strani kratko su spojena te tvore zvjezdište generatorskog namotaja, a druga tri spojena su na posebno pomoćno postrojenje.
Ovo postrojenje smješteno je na udaljenosti od oko 1,5 m od temelja generatora te zauzima tlocrtnu površinu od 2×5,5 m. Sa tri strane ono je odijeljeno od strojarnice laganim zidom, te se dijelom priljubljuje temelju turboagregata, a dijelom zatvara prostor do stropa prizemlja strojarnice. Sa četvrte (prednje strane postrojenje je zatvoreno pomoću limenih vratiju te limenih ploča, koje se mogu skidati. Radi sprečavanja prijenosa vibracija sa temelja turboagregata na zidove postrojenja predviđen je među njima raspor od oko 10 mm.
Uređaji postrojenja smješteni su u četiri međusobno odijeljene ćelije.
U jednu ćeliju uveden je dovod od generatora, u koji su ugrađeni strujni transformatori za automatski regulator napona te rastavljač za mogućnost odvajanja generatora od blok-transformatora. Nakon toga dovod je spojen na pomoćne sabirnice, koje prelaze u susjedne ćelije. U ovu ćeliju ugrađeni su i mjerni naponski transformatori sa odgovarajućim osiguračima.

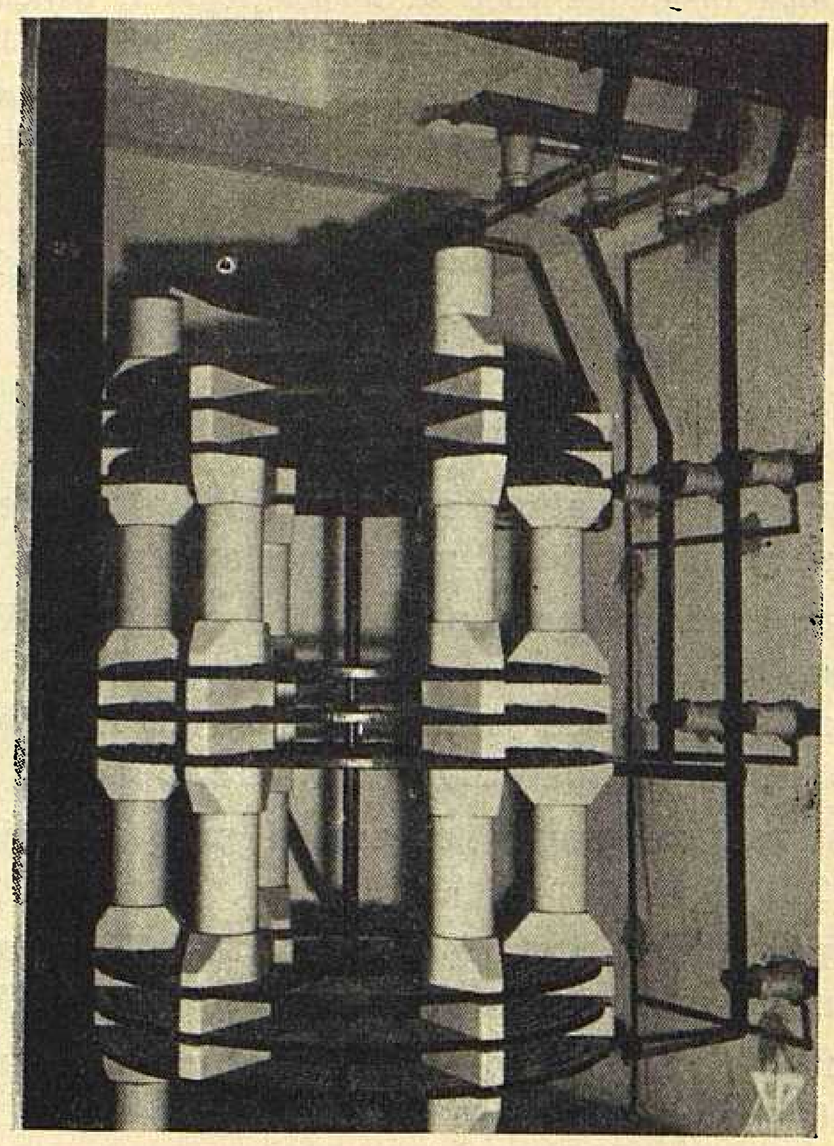


Elektroprojekt, Zagreb

Sl. 4. Postrojenje 10 kV, uz generator III.

U drugoj ćeliji ugrađen je odvojak za vlastitu potrošnju Sa pomoćnih sabirnica veza je stvorena preko rastavljača te strujnih transformatora za zaštitu odvojka na sklopku, a odavde na kabelski zaglavak kabela, koji vodi do prigušnice.
U trećoj ćeliji ugrađene su kabelske glave za spoj na blok-transformator, te strujni transformatori za zaštitu blok-transformatora.

U četvrtoj ćeliji ugrađeni su otpornici i naponski transformator preko kojih je izvršeno uzemljenje zvjezdišta generatora, a koji su vezani na zemljospojnu zaštitu statora generatora, te uređaj za brzo demagnetiziranje generatora.



Sl. 5. Prigušnica 10 kV.

Kod generatora II prigrađena je još jedna ćelija gdje je smješten preklopni rastavljač, pomoću kojega je moguće napajanje vlastite potrebe prebaciti na generator II ili na generator III. Sva ugrađena aparatura je reda 10 prema VDE-propisima. Pogon svih rastavljača i sklopki je s komprimiranim zrakom. Preklopni rastavljač ima ručni pogon, ali je proviđen uređajem za mehaničko blokiranje pomoću zaporne kotve, vezane na elektromagnetski svitak. Rukovanje preklopnim rastavljačem moguće je samo u slučaju, kad je isključena sklopka u odvodu za vlastitu potrošnju.

Postrojenje 10 kV

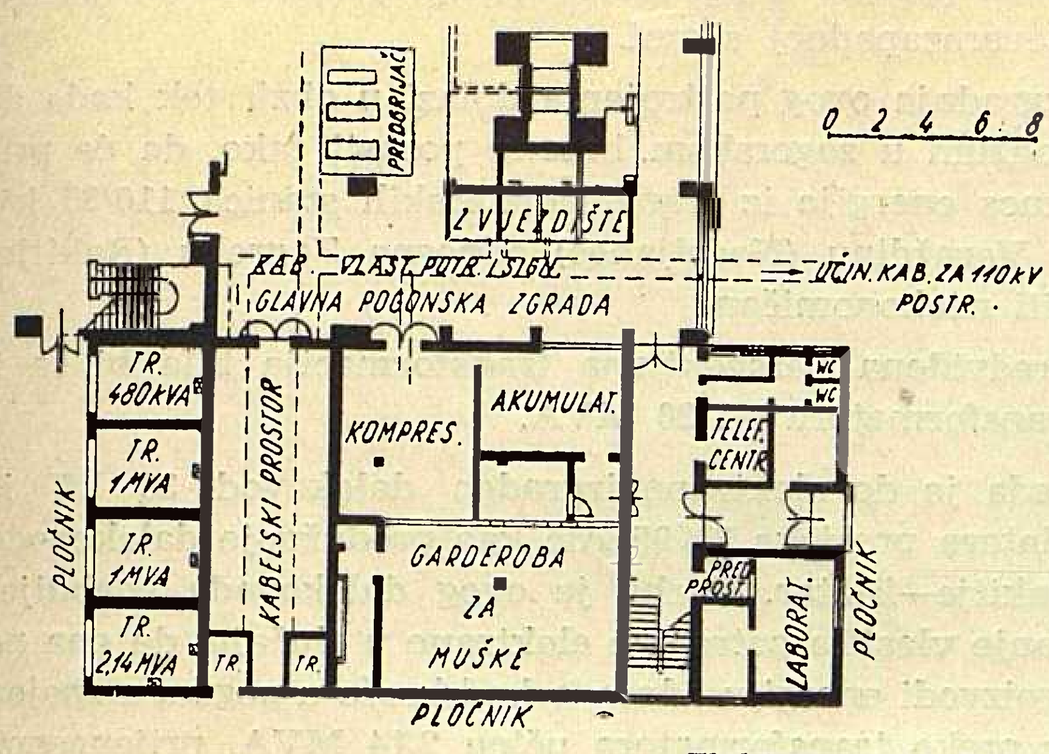
Postrojenje 10 kV smješteno je u prostoriji uz komandu na jugoistočnoj strani glavne pogonske zgrade. Izgrađeno je u dva reda sa po 8 slobodno stojećih ćelija u svakom redu.

Izvedba sa dva sistema sabirnica, dvoetažno, sa komandnim ormarima sa strane poslužnog hodnika.

Ćelije su izvedene sa vertikalno postavljenim sabirnicama te horizontalno postavljenim provodnim pločama radi zaštite od električnog luka.

U gornjem dijelu postrojenja (iznad kote + 6,5) ugrađene su sabirnice, sabirnički rastavljači, učinske sklopke te komandni ormar, a u donjem dijelu postrojenja strujni i naponski transformatori, kabelske glave te prigušnica u polju generatorskog odvojka. Prema prvobitnom projektu bilo je zamišljeno, da se strujni transformatori predvide kao prvotni, te da se ugrade u pro-

vodnu ploču na prolazu iz gornje u donju etažu. Međutim, uslovi i mogućnosti nabave diktirali su ugradnju strujnih transformatora malouljne izvedbe, koji su morali biti ugrađeni u donjem dijelu postrojenja, a u provodnu ploču ugrađeni su provodni izolatori.



Elektroprojekt, Zagreb

Sl. 6. Prigradnja uz glavnu pogonsku zgradu, kota ± 0,00 m.

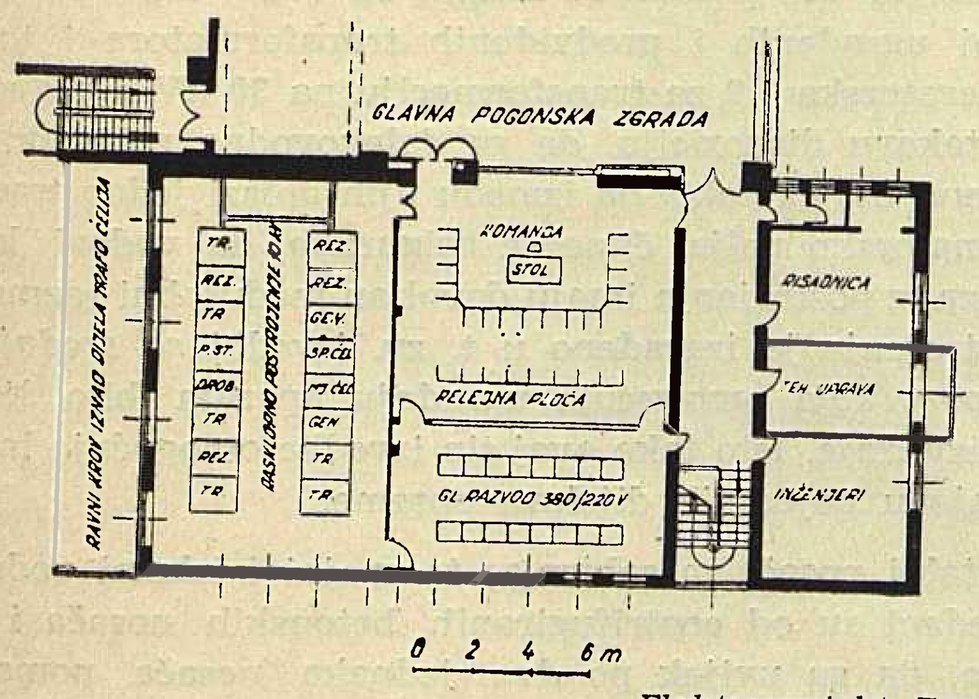
Raspored polja u postrojenju je slijedeći:

a) o p r e m l j e n o u p r v o j e t a p i i z g r a d n j e
- 1 polje za napajanje od generatora I (sa prigušnicom)
- 3 polja transformatora 10/0,4 kV, 1 MVA
- 3 polja transformatora 10/0,4 kV, 100 kVA
- 1 polje transformatora 10/30 kV, 2,14 MVA
- 1 polje transformatora 10/3 kV, 480 kVA
- 1 polje za priključak stambene kolonije
- 1 polje mjerno
- 1 polje spojno

b) o p r e m l j e n o u d r u g o j e t a p i
- 1 polje za napajanje od generatora II i III
- 2 polja za transformatore 10/6 kV, 2,5 MVA

c) n e o p r e m l j e n o o s t a j e j e d n o p o l j e (r e z e r v a).

Sabirnice su izvedene od plosnatog bakra presjeka 40×4 mm. Veze u ćelijama dovoda od generatora te u spojnoj ćeliji izvedene su plosnatim bakrom presjeka također 40×4 mm, a u ostalim ćelijama sa plosnatim bakrom presjeka 30×4 mm.

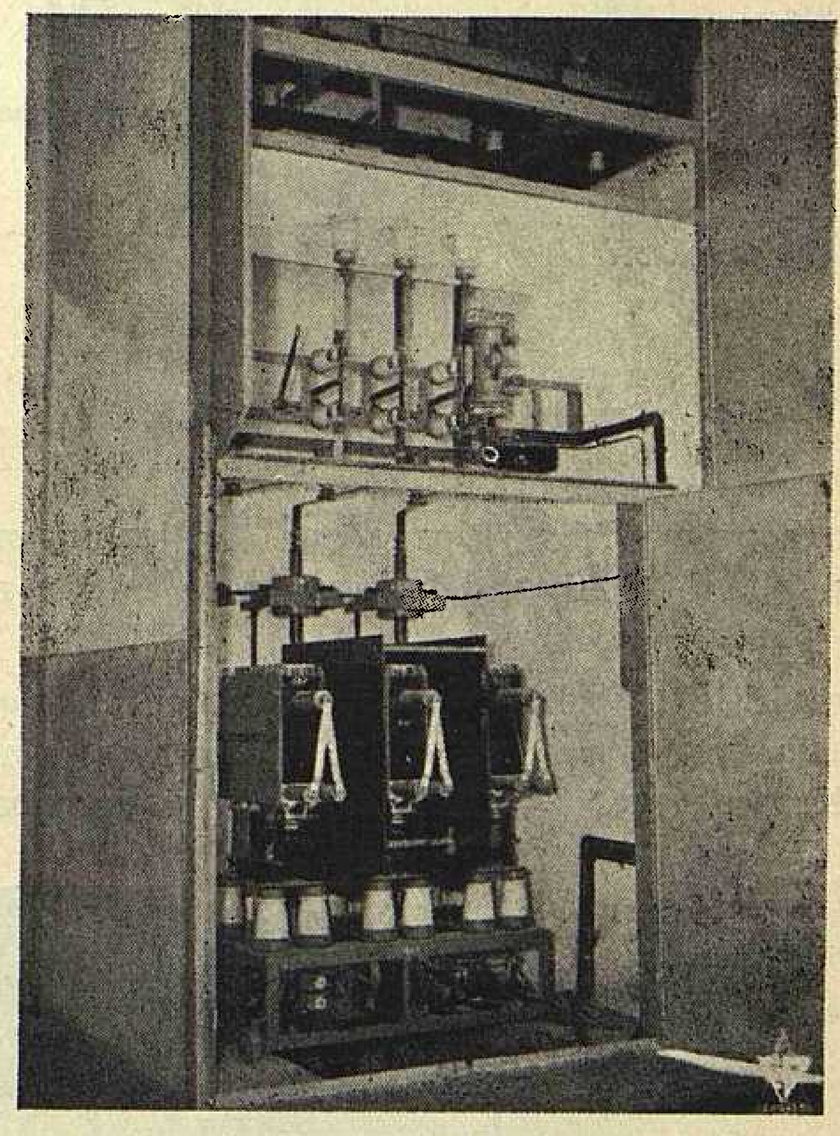


Elektroprojekt, Zagreb

Sl. 7. Prigradnja uz glavnu pogonsku zgradu, kota + 6,50 m.

Ugrađeni rastavljači su dvojake izvedbe i to u ćelijama opremljenim u prvoj etapi izgradnje su proizvod firme *Magrini*, sa pogonom na komprimirani zrak pritiska 10 atp. Nominalne struje rastavljača su 200 odnosno 400 A (vidi shemu. U drugoj etapi izgradnje ugrađeni su rastavljači firme *Rade Končar* istih nominalnih struja, sa pogonom na komprimirani zrak pritiska 5 atp. Učinske sklopke su također dvojake izvedbe. U prvoj etapi izgradnje ugrađene su sklopke firme *Magrini* tip MF 15, rasklopne snage 167 MVA, nominalne struje 500 A, malouljne, sa pogonom na komprimirani zrak pritiska 10 atp, sa mogućnošću ručnog posluživanja. U drugoj etapi izgradnje ugrađene su učinske sklopke firme *Rade Končar* tip H 10, a 400 rasklopne snage 100 MVA, nominalne struje 400 A, ekspanzione, sa pogonom na komprimirani zrak pritiska 6 atp.

Strujni transformatori ugrađeni u prvoj etapi su proizvodnja firme *C. G. Monza* malouljne izvedbe. U odnosu na termičko i dinamičko naprezanje transformatora u slučaju kratkog spoja najmanji mogući odnos prijenosa, uzevši u obzir raspoložive proizvode firme, bio je 75/5 A. U poljima, gdje je bio potreban manji odnos prijenosa, ugrađeni su dodatni strujni transformatori.

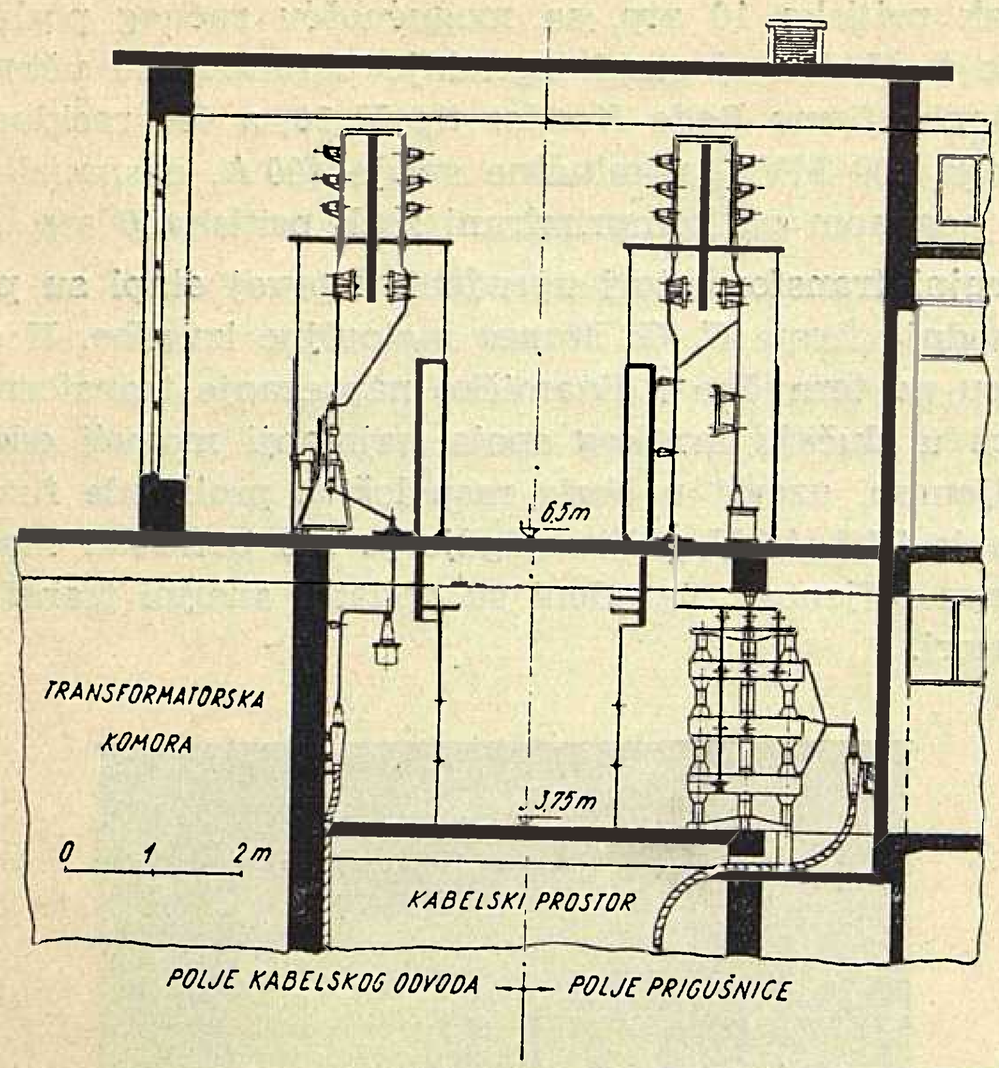


Sl. 8. Postrojenje 10 kV uz generator, otvorena ćelija.

U drugoj etapi izgradnje u polju prigušnice ugrađeni su strujni transformatori firme *BBC-Baden* tip NBTEE -10 h/11 odnosa prijenosa 250/5 A, koji imaju posebnu jezgru sa namotajem, vezanim na zemljospojnu zaštitu statora generatora radi ograničenja djelovanja ove zaštite prema postrojenju 10 kV. U polju transformatora 2,5 MVA 10,5/6 kV ugrađeni su strujni transformatori firme *Rade Končar* tip AOP 2-10 prijenosnog odnošaja 150/5 A.

Naponski mjerni transformatori ugrađeni u mjernom polju su proizvod firme *CGS Monza* malouljne izvedbe, jednofazni, jednopolno izolirani prijenosnog odnosa $10.000/\sqrt{3} : 100/\sqrt{3}$ Volta. U gornjem dijelu postrojenja, uz srednji (poslužni) hodnik, predviđeni su, u svakoj ćeliji na čitavoj njezinoj širini, a do visine od 2,0 m, komandni ormari dubine cca 25 cm. U tim ormarima, koji se sa strane poslužnog hodnika zatvaraju limenim vratima, smješteni su zaštitni releji, potrebni pomoćni

releji, dodatni strujni transformatori, ventilni uređaji za komprimirani zrak te redne stezaljke. Na desnoj polovici limenih vratiju ugrađena su tipkala za upravljanje rastavljačima i sklopkom te signalne sijalice, koje pokazuju njihov položaj. Ova se tipkala mogu posluživati sa vanjske strane kod zatvorenih vratiju.

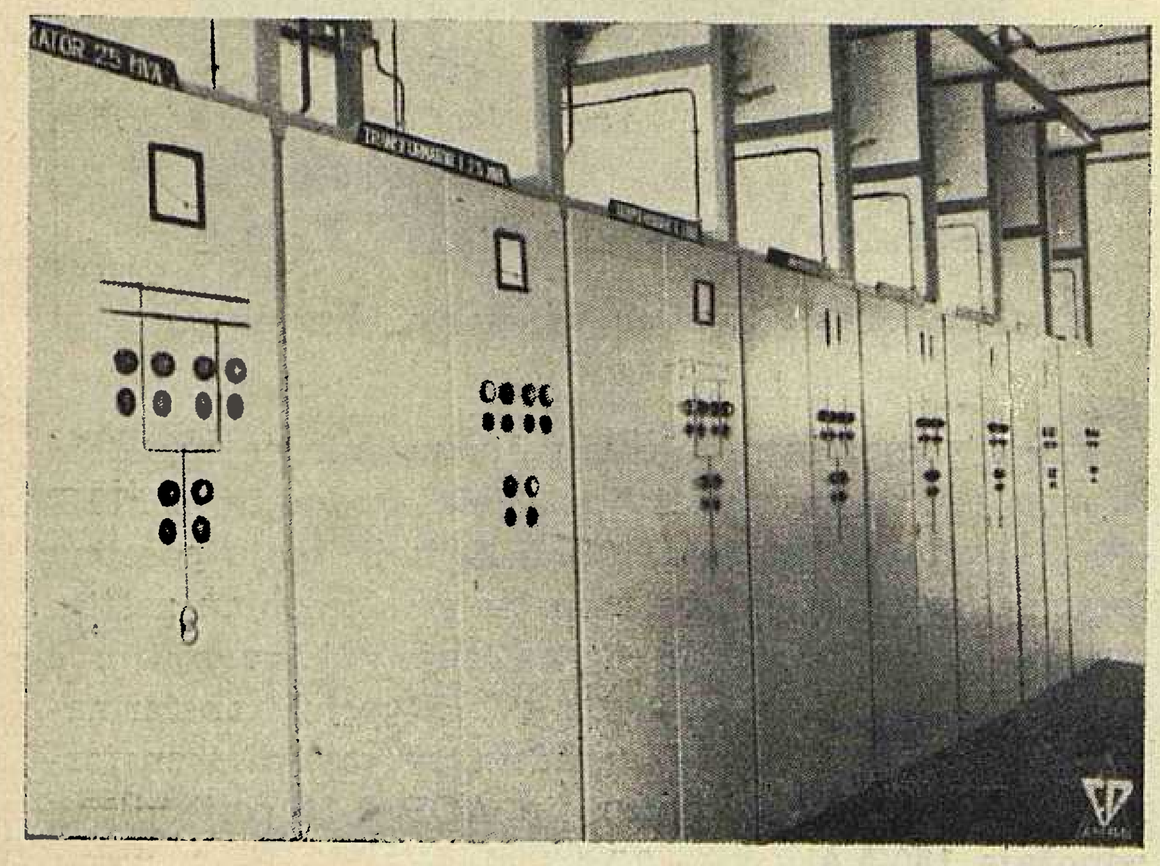


Elektroprojekt, Zagreb

Sl. 9. Postrojenje 10 kV, presjek.

Osim toga na vratima je označena i slijepa šema dotičnog polja, a iznad vratiju izrađen je natpis naziva polja.

U donjem dijelu postrojenja 10 kV u ćeliji dovoda od generatora, smještene su prigušnice za ograničenje struja kratkog spoja. Prošireni prostor, potreban za



Sl. 10. Postrojenje 10 kV, pogled na ćelije sa strane komandnih ormara.

njihov smještaj, dobiven je kod jedne na račun spojnog, a kod druge na račun mjernog polja, koja su polja zauzela samo gornji dio prostora. Prigušnice su reda 10, za struju od 250 A, rasipanja 10%. Preko otvora u podu postignuta je cirkulacija zraka, potrebna za hlađenje prigušnica. Obje su prigušnice proizvod firme *Siemens* tip 3 Di 440/16 f.

Postrojenje 30 kV (mogućnost izgradnje)

U postrojenju 110 kV predviđena je mogućnost ugradnje transformatora 110/30 kV, koji bi se mogli kabelima povezati sa postrojenjem 30 kV, za koje je rezerviran prostor u produženju postrojenja 110 kV prema sjeverozapadnoj strani.

Izgradnja ovog postrojenja dolazi u obzir tek kada će konzum u zagorskom bazenu porasti tako, da će prijenos energije iz transformatorskih stanica 110/35 kV u Varaždinu (Nedeljanec) odnosno Zagrebu (Rakitje) biti neekonomičan.

Predviđena perspektivna transformacija bila bi sa 2 transformatora od 20 MVA.

Sada je do elektrane izgrađen dalekovod 30 kV iz Zlatara presjeka 3×95 Alč kao produženje dalekovoda Rakitje—Zlatar. Svrha je ovog dalekovoda snabdijevanje vlastite potrošnje elektrane u slučaju, da ona ne proizvodi energiju odnosno kad kreće u pogon, a spojen je preko transformatora učina 2,14 MVA, prijenosnog odnosa 30±5,8%/10,5 kV spoj Yd5 na postrojenje 10 kV. Ovaj transformator konstruiran je tako, da je moguće njegovo prespajanje na prijenosni odnos 35±5%/10,5 kV nakon prijelaza na napon 35 kV u distribucionoj mreži srednjeg napona. Prespajanje se može izvršiti na posebnoj pločici sa stezaljkama ugrađenoj ispod poklopca u transformatoru. Nakon prespajanja njegov učin će porasti na 2,5 MVA.

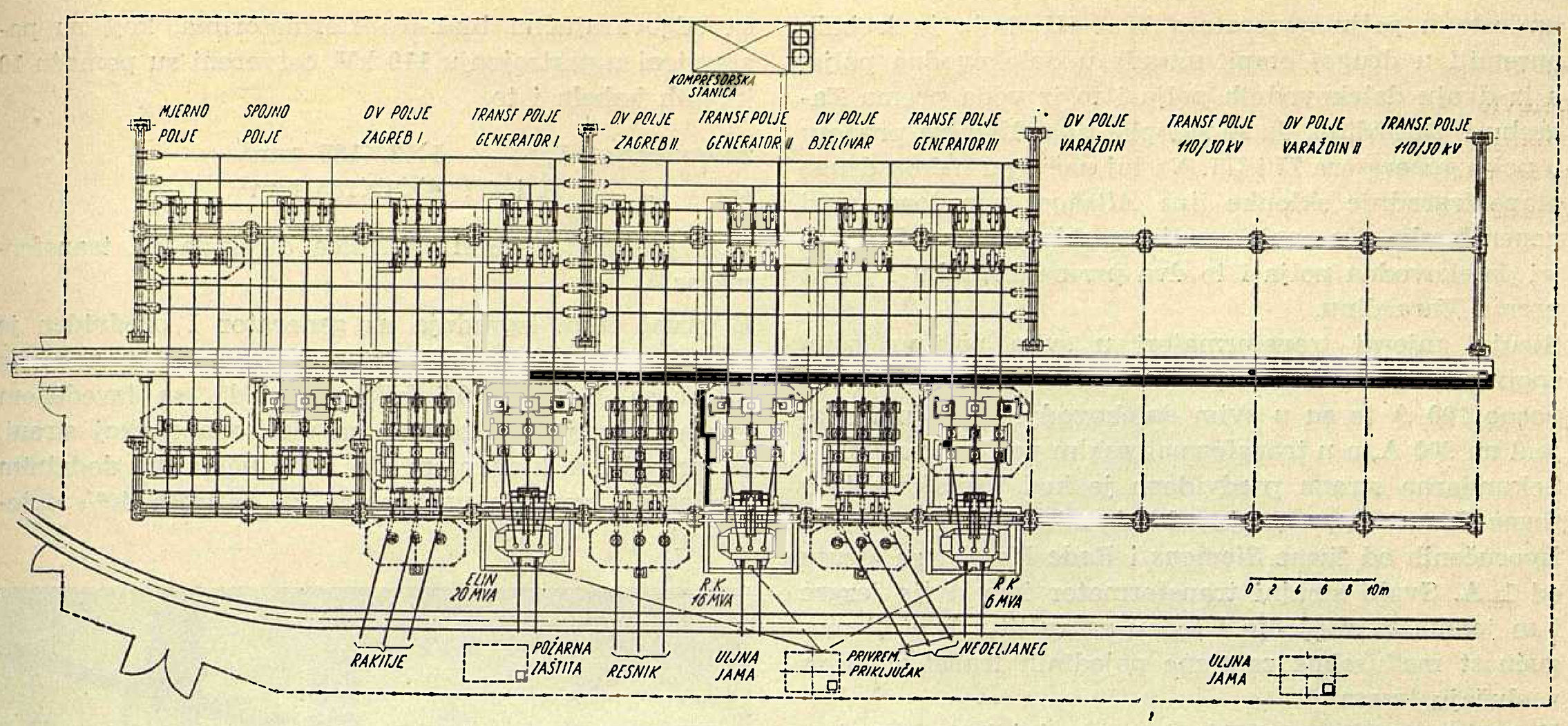
Trasa dalekovoda 30 kV odabrana je tako, da prolazi kraj mjesta lokacije buduće distribucione trafostanice 30/10 kV u Konjščini. Nakon izgradnje transformacije 110/30 kV u TE Konjščina dio voda 30 kV do distribucione trafostanice moći će se upotrebiti kao napojni vod za ovu stanicu.

Postrojenje 110 kV

Postrojenje je izvedeno sa dva sistema sabirnica, sa odlaznim vodovima samo u jednu stranu, jer se sa druge strane nalazi skladište ugljena, koje se radi njegovog pomičnog pretovarnog mosta visine 17,5 m ne bi moglo bez poteškoća križati sa vodovima 110 kV. Broj ugrađenih i predviđenih transformatora i to 3 generatorska i 2 za transformaciju na 30 kV omogućili su takovu dispoziciju, da su dalekovodna polja predviđena uvijek tako, da između njih dolazi jedno transformatorsko polje, čime je osigurano, da vodovi kod izlaza iz postrojenja imaju dovoljan međusobni razmak. Postrojenje je izgrađeno u t. zv. izvedbi *sa srednjim stupom* koja omogućuje ugradnju aparata bilo koje proizvodnje. Isto tako ovaj tip izvedbe omogućuje laku zamjenu pojedinih dijelova opreme.

Portalni nosači za sabirnice te spojni i izlazni vodovi izvedeni su od centrifugiranih betonskih nosača i to tako, da su uvijek po dva jednaka nosača pomoću armiranobetonskih obujmnica vezana u jednu cjelinu i tvore jedan nosivi stup.

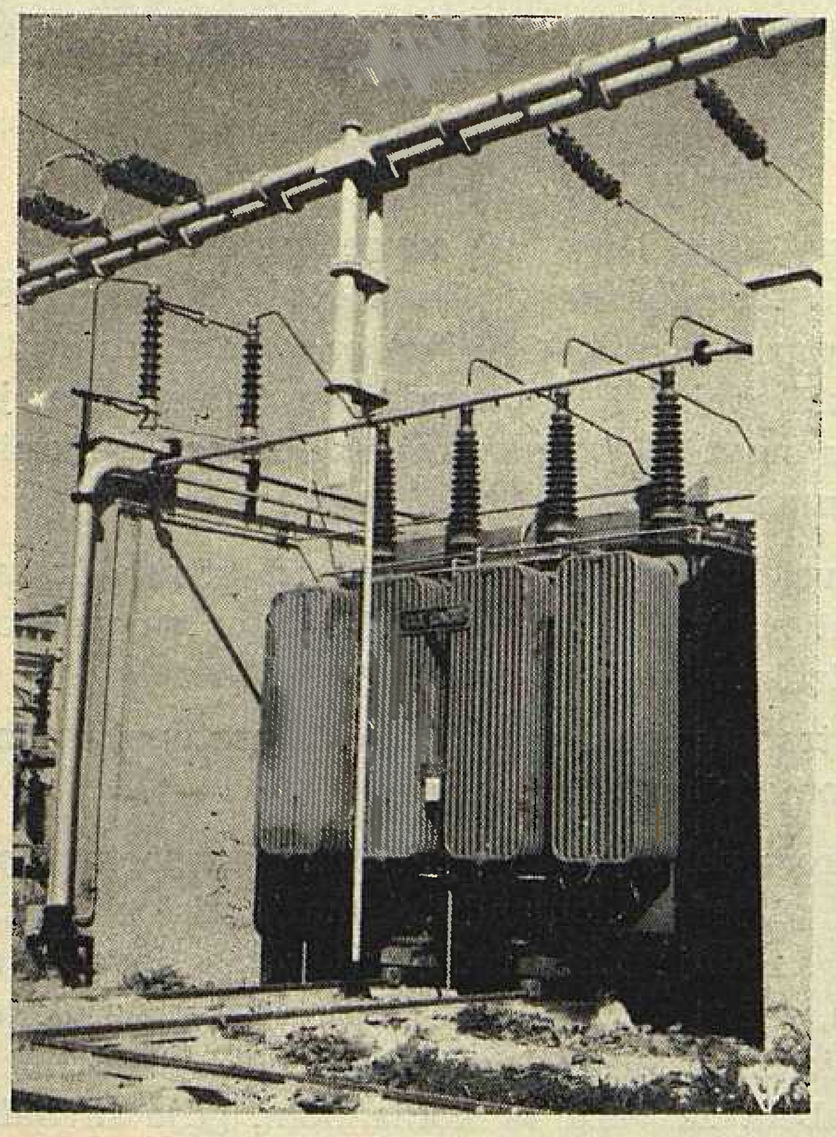
Temelji rastavljača su dva armiranobetonska nosača *T* oblika, visine 2,3 m nad zemljom, preko kojih je položen temeljni okvir konstrukcije rastavljača. Visina temelja rastavljača je odabrana tako, da je bez opasnosti moguće prići rastavljačima i njihovim pogonima.



Sl. 11. Položajni nacrt postrojenja 110 kV *Elektroprojekt, Zagreb*

Temelji sklopki su niske izvedbe, visina im je 50 cm, što omogućava relativno lak način transporta i izmjene sklopki.

Temelji strujnih i naponskih transformatora su izvedeni po polju kao tri pružna temelja debljine 30 cm te visine 50 cm, a preko njih su položeni željezni nosači UNP 12 na razmak voznih kotača transformatora.

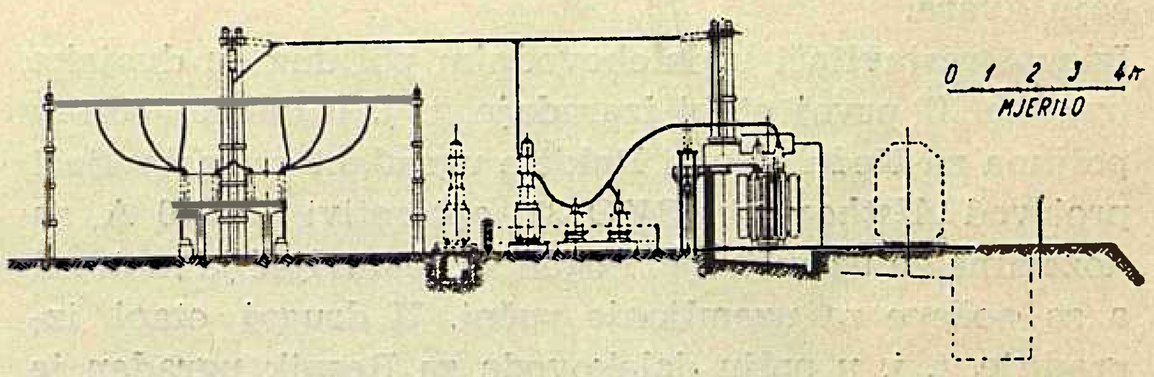


Sl. 12. Transformator 16 MVA, 115 ± 5%/10.5 kV u 110 kV postrojenju, proizvod tvornice Rade Končar.

Oko grupe aparata na niskim temeljima u svakom polju, t. j. oko sklopke i mjernih transformatora predviđena je zaštitna ograda od željeznih cijevi 1 1/2 visine 1,2 m, koje su postavljene na razmaku do 2 m, a među njima povučena dva reda lanaca i to jedan na visini od 1,2 m, a drugi od 0,6 m. Cijevi i lanci uzemljeni su na propisan način te su radi bolje vidljivosti obojeni izmjenično u crvenoj i bijeloj boji.

Sabirnice su izvedene iz bakrenog užeta presjeka 150 mm², a isto tako su i sve ostale veze unutar postrojenja izvedene iz užeta istog presjeka.

Sabirnički rastavljači su dvojake izvedbe. U poljima opremljenima u prvoj etapi izgradnje ugrađeni su rastavljači firme *Altshom* tip RKO31 od 500 A, sa motornim pogonom te rezervnim ručnim pogonom pomoću ručke za navijanje. U drugoj etapi izgradnje ugrađeni su rastavljači firme *Rade Končar* od 600 A tip Rv 110 III 600 sa pogonom na komprimirani zrak te rezervnim ručnim pogonom pomoću zakretne poluge.



Elektroprojekt, Zagreb

Sl. 13. Postrojenje 110 kV, presjek kroz polje transformatora.

Sklopke su također dvojake izvedbe. U prvoj etapi izgradnje ugrađene su sklopke firme *Altshom*. Rasklopna snaga 1.500 MVA, 500 A, tip HIO 113. Pogon pomoću elektromagnetskog solenoida. Vrijeme ukapčanja je oko 0,52 sek. Vrijeme iskapčanja 0,1 sek. Za ukapčanje je potrebna istosmjerna struja od 220 V, opterećenje cca 80 A. Sklopke su malouljne sa ugrađenim električnim grijačem. U slučaju pada vanjske temperature ispod 0°C ukapčanje grijača slijedi automatski pomoću termostata.

U drugoj etapi izgradnje ugrađene su sklopke firme *Rade Končar* tip 2 Pv 100 g 600, rasklopne snage 2500 MVA, opteretivost 600 A. Gašenje luka i pogon pomoću komprimiranog zraka pritiska 11 do 15 atp. Vrijemee ukapčanja 0,2, vrijeme iskapčanja 0,05 sek. Kako ove sklopke imaju znatno kraće vrijeme ukapčanja i iskapčanja, a opremljene su za mogućnost ponovnog ukapčanja sa kratkotrajnim prekidom u slučaju zemljospoja to je odlučeno, da se ove sklopke

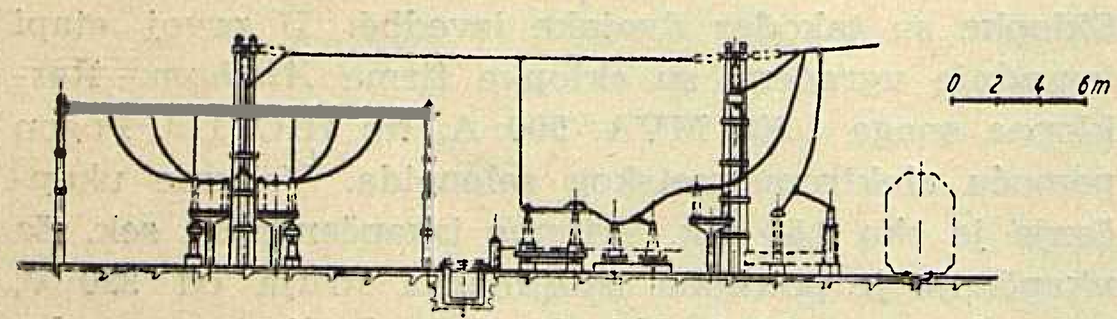
umjesto u polju generatora II i III, koje je trebalo opremiti u drugoj etapi, ugrade u dalekovodna polja, a iz dvaju dalekovodnih polja i to iz voda prema Zagrebu i Varaždinu, da se sklopke tipa *Altshom* prenesu u polje generatora II i III. Na taj način su nakon druge etape izgradnje sklopke tipa *Altshom* ugrađene u tri generatorska i u spojno polje, a sklopke tipa *R. K.* u tri dalekovodna polja i to dva prema Zagrebu i jedno prema Varaždinu.

Strujni mjerni transformatori u svim poljima osim spojnog su na primarnoj strani prespojivi na 200 odnosno 100 A te su u svim dalekovodnim poljima spojeni na 200 A, a u transformatorskim poljima na 100 A. Sekundarna strana predviđena je kod transformatora firme *Compteur* za struju od 5 A, a kod transformatora isporučenih od firme *Siemens* i *Rade Končar* za struju od 1 A. Svaki strujni transformator ima dvije jezgre i to jednu za mjerenje i jednu za zaštitu. Postoji mogućnost međusobne zamjene pojedinih transformatora u slučaju kvara.

U spojnom polju predviđeni su strujni transformatori odnosa prijenosa 600/300/1/1 A proizvod *Rade Končar*, koji omogućuje protok energije do dozvoljene struje opterećenja ugrađene sklopke. Naponski mjerni transformatori su prijenosnog odnosa $\frac{110}{\sqrt{3}} : \frac{0,1}{\sqrt{3}} : \frac{0,1}{3}$ t. j. sa dva sekundarna namotaja, od kojih se jedan može upotrebiti za mjerenje, a drugi se može spojiti kod tri fazna transformatora u otvoreni trokut radi signalizacije zemnog spoja. Ovaj drugi namotaj korišten je samo u mjernim poljima obih sistema sabirnica.

Ugrađeni su naponski transformatori proizvod firmi *Compteur, Siemens* i *Rade Končar*. Postoji mogućnost međusobne zamjene pojedinih transformatora u slučaju kvara.

Izlazni rastavljači u dalekovodnim poljima su dvojake izvedbe. U prvoj etapi izgradnje, t. j. u dalekovodnim poljima za Nedeljanec i Rakitje ugrađeni su rastavljači proizvod *Alsthom* tip RKO 31, opteretivi do 500 A, sa noževima za uzemljenje. Pogon za rastavljač je motorni a za noževe za uzemljenje ručni. U drugoj etapi izgradnje, t. j. u polju dalekovoda za Resnik ugrađen je rastavljač *Rade Končar* tip Rvz 110 III 600 sa noževima za uzemljenje. Pogon rastavljača komprimiranim zrakom, a noževa za uzemljenje ručno.



Elektroprojekt, Zagreb

Sl. 14. Postrojenje 110 kV, presjek kroz dalekovodno polje.

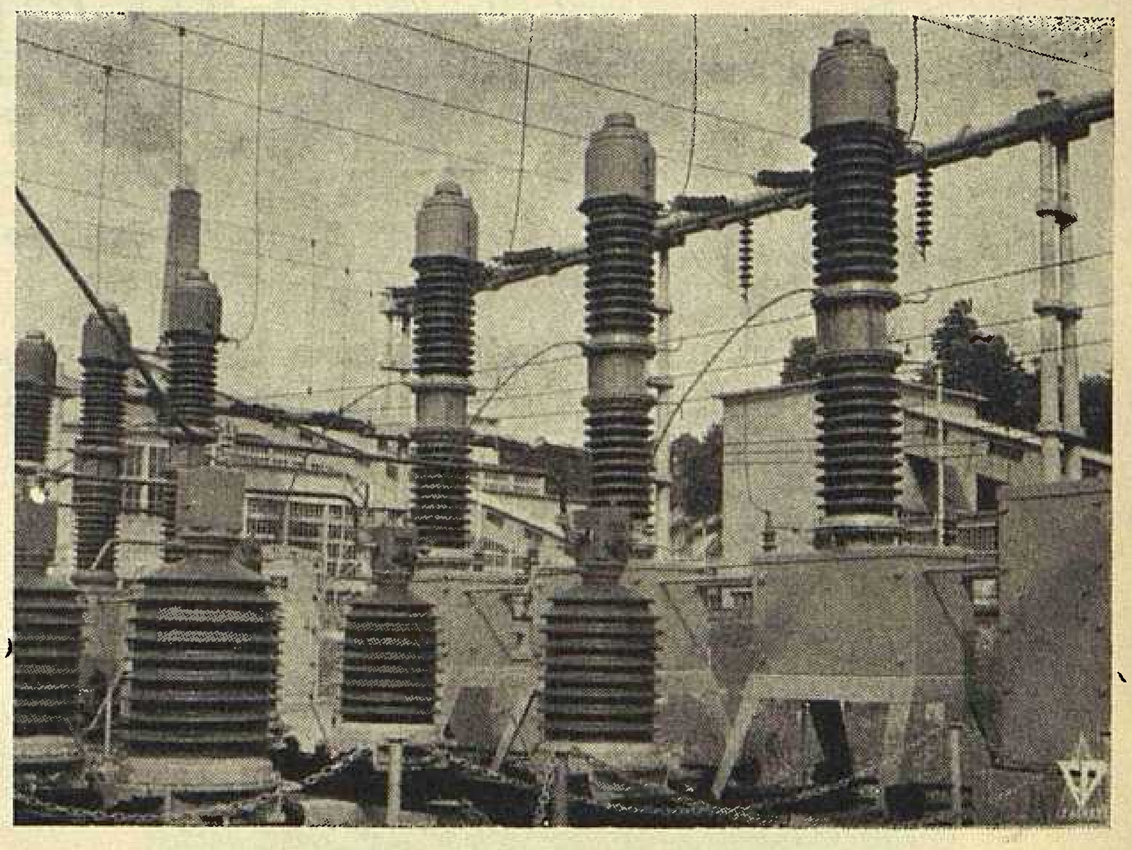
U dalekovodnim poljima ugrađeni su odvodnici prenapona postavljeni na sasvim niske temelje. Oko svake grupe od tri odvodnika predviđena je zaštitna ograda od cijevi povezanih lancima.

U dva dalekovodna polja ugrađeni su još i uređaji za visokofrekventni telefon, te prigušnica i kondenzator. Prigušnica je obješena na izolatorski lanac u jednoj fazi, a kondenzator je postavljen na 2,3 m visoki temelj od željeznih rešetkastih nosača. Veza generatora sa odgovarajućim blok-transformatorima, koji su postavljeni u postrojenju 110 kV, ostvareni su pomoću 10 kV-nih kabela i to

za generator I		$5 \times 3 \times 185$ mm²
za „	II i III	$4 \times 3 \times 185$ mm²

veza preko pomoćnih sabirnica direktna na transformator.

U prvoj etapi izgradnje uz generator I predviđen je transformator firme *Elin* 20 MVA, 100,4/1100 A odnos prijenosa $115 \pm 5\%/10,5$ kV, spoj Yd5, sa izvedenom (puna izolacija) nultočkom na visokonaponskoj strani, sa prirodnim hlađenjem do 60% učina te dodatnim hlađenjem pomoću ventilatora za daljnjih 40% opterećenja.



Sl. 15. Sklopke 110 kV, proizvod tvornice Rade Končar.

U drugoj etapi izgradnje uz generatore II i III predviđeni su transformatori firme *Rade Končar* učina 16 MVA, nazivne struje 80/880 A odnosa prijenosa $115 \pm 5\%$ /10,5 kV spoj Yd5 sa izvedenom (puna izolacija) nultočkom na visokonaponskoj strani, sa prirodnim hlađenjem za puni učin transformatora.

Oko svakog transformatora sa tri strane izgrađen je zaštitni zid visine kao transformator sa visokonaponskim izolatorima.

Svaki transformator opremljen je protupožarnom zaštitom pomoću prskajuće vode.

U svakom polju postavljen je uz transportni i poslužni prolaz po jedan komandni ormarić visine do 1,8 m, u kojem su smješteni uređaji za komandovanje na licu mjesta, razvodni ventili za komprimirani zrak te redne stezaljke za priključak svih mjernih i poslužnih signalnih kabela za vezu sa komandom, gdje se nalaze svi mjerni i zaštitni uređaji i odakle se može vršiti daljinsko komandovanje uređajima u postrojenju 110 kV.

Komprimirani zrak potreban u postrojenju 110 kV proizvodi se u posebnom uređaju za komprimirani zrak koje je smješteno uz postrojenje 110 kV u posebnoj prizemnoj zgradi. Uređaj es sastoji iz dva nezavisna kompresora učina 22 m³/h, od kojih je jedan radni, a jedan rezervni. Kompresori rade na pritisku 25 atp te pune 2 rezervoara po 1000 lit. zapremine. Preko redukcionih ventila zrak daljee ekspandira na 15 atp te se pritiskom od 15 atp dovodi do sklopke i komandnih

ormara u pojedinim poljima. U komandnim ormarima se za potrebe upravljanja sklopki i rastavljača vrši daljnja redukcija pritiska na 5 atp.

Po svome opsegu postrojenje 110 kV obuhvatilo je prostor, u koji se može ugraditi 12 polja te su za taj opseg već izgrađeni portalni nosači, koje je dosta teško postavljati kasnije kod proširenja.

Za konačnu izgradnju predviđena je izgradnja slijedećih polja:

3 polja za generator-transformatore
2 polja za transformatore 110/35 kV
2 polja za dalekovode prema Zagrebu
2 polja za dalekovode prema Varaždinu
1 polje za dalekovod prema Podravini
1 polje mjerno
1 polje spojno

U dosadanjoj izgradnji opremljena su slijedeća polja:

3 polja za generator-transformator
2 polja za dalekovode prema Zagrebu
1 polje za dalekovod prema Varaždinu
1 polje mjerno
1 polje spojno

Prema tome postoji još rezervni, raspoloživi prostor za 4 polja 110 kV.

Komanda

Komandni uređaji smješteni su u prigradnju uz glavnu pogonsku zgradu na njezinoj jugoistočnoj strani u prostoriji dimenzije 8×9 m na koti +6,5. Uređaj se sastoji iz komandne ploče i ploče za zaštitu i mjerenje.

Komandna ploča sadrži u sebi pokazne mjerne instrumente, slijepu šemu čitavog elektr. uređaja sa ugrađenim komandno potvrdnim sklopkama, uređaje za ručnu i poluautomatsku sinhronizaciju te signalni uređaj sa zvučnim i optičkim signalima. Ploča je izrađena iz lima visine 2,2 m, podijeljena u polja širine 2×300, 600 i 900 mm. Izvedba kao normalna izrada tvornice *Rade Končar*.

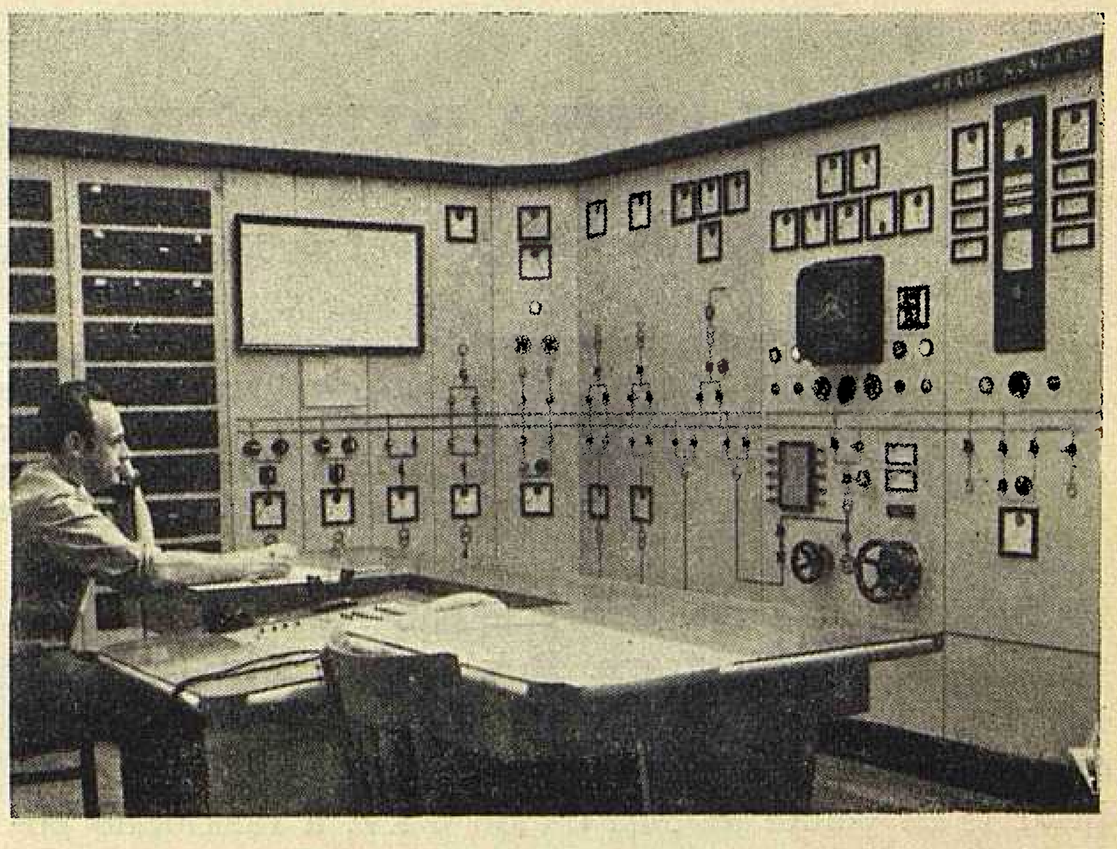
Komandni prostor formiran je oblikovanjem komandne ploče u oblik slova *U* sa otvorenom stranom prema strojarnici od koje je dijeli veliki prozor po širini čitavog komandnog prostora. Dimenzije komandnog prostora su 5,4×4,2 m. Duljina komadne ploče iznosi 10,2 m.

Raspored aparata na komandnoj ploči bio je diktiran okolnošću, da električni uređaj ima prvenstveno proizvodni karakter te da su glavne sabirnice postrojenja one u postrojenju 110 kV. Radi toga su na frontalnu stranu ploče ugrađeni uređaji za komandu i nadzor postrojenja 110 kV i generatora. Generatorsko komandno polje zauzima prostor širine 90 cm, svako polje dalekovoda 30 cm, a spojno i mjerno polje zajedno sa sinhronizacijom je širine 60 cm.

Na lijevoj strani ploče odmah do uređaja postrojenja 110 kV ugrađeni su aparati za komandu i nadzor postrojenja 10 kV. Na jednu ploču širine 30 cm smještena su dva komandna polja, sabirnice u sredini, a po jedno polje prema gore i prema dolje od njih. U polju, smještenom sa donje strane je pokazni instrument, ugrađen u slijepu shemu.

Pri kraju ploče sa lijeve strane na dva polja širine 60 cm smješten je signalni uređaj. Ugrađeni su pomoćni releji »sa signalnom padalicom« izvedbe tvornice *TELA* Ljubljana, tip PR. Na desnoj strani ploče u produženju uređaja postrojenja 110 kV ostavljena su slobodna polja za ugradnju uređaja postrojenja 30 kV. Sada je ovdje ugrađena samo slijepa šema te pokazni instrumenti za dalekovodno polje 30 kV sa transformatorom 30/10 kV, preko kojega se snabdijeeva elektrana u slučaju da ne proizvodi el. energiju odnosno kada kreće u pogon.

Na desnom kraju ploče na polju širine 2×30 cm ugrađeni su pokazni voltmetri za kontrolu napona u 0,4 kV postrojenju vlastite potrošnje te u krugu postrojenja istosmjerne struje 220 V te signalni tabloi za signalizaciju grešaka u postrojenju.



Sl. 16. Električna komanda.

Oprema pojedinih komandnih polja obuhvaća slijepu šemu sa ugrađenim komandno-potvrdnim sklopkama za rastavljače i sklopke te pokazne instrumente, od kojih je u polju transformatora i u spojnom polju ugrađen uvijek samo ampermetar. U dalekovodnom polju ugrađen je uvijek po jedan ampermetar i voltmetar. U mjernom polju ugrađen je jedan voltmetar za linijski napon te tri voltmetra, odnosno jedan voltmetar sa preklopkom za fazni napon prema zemlji.

U generatorskom polju ugrađena je slijepa šema sa komandno-potvrdnom sklopkom za sabirničke rastavljače, sklopku, rastavljač između generatora i blok-transformatora te rastavljač i sklopku u odcjepu za vlastitu potrošnju.

Predviđeni su pokazni instrumenti za napon i struju na 110 kV strani te za napon, struju, watni i bezwatni učin na generatorskoj strani, nadalje za napon i struju u uzbudnom krugu generatora. Od ostalih uređaja dolazi daljinski termometar sa preklopkom za tri mjerna mjesta za mjerenje temperature blok-transformatora, ručni regulator napona, automatski regulator napona sa preklopkom i regulacionim otporima za udešenje nivoa napona, nadalje tipkala te signalne sijalice za ukapčanje i iskapčanje sklopke za demagnetiziranje i sklopke za uključivanje ventilatora za hlađenje blok-transformatora, zakretno tipkalo za servomotor za regulaciju opterećenja turboagregata te preklopke za voltmetre. Osim toga u ovom polju ugrađen je t. zv. mašinski telegraf za vezu između uklopničara i strojara kod turboagregata.

Preklopke za mogućnost vršenja sinhronizacije ugrađene su u sva 110 kV polja te u spojno polje i polje transformatora 2,14 MVA postrojenja 10 kV.

Ploča za zaštitu i mjerenje smještena je iza komandne ploće i sastoji se iz slobodno stojeće ploče duljine 6,4 m, koja ima 8 polj širine 80 cm. Na ovu ploču ugrađeni su svi zaštitni releji, brojila i registracioni instrumenti za generator i 110 kV polja.

Na ploči, koja je smještena sa strane komadne ploče u jedno polje ugrađeni su registracioni instrumenti od generatora i to po jedan registrirajući kW-metar i reg. voltmetar. U drugom polju ugrađeni su registrirajući kW i kVAr-metri za dalekovodna polja.

U daljnja dva polja ugrađena su brojila za generatore i dalekovodna polja 110 kV i to kWh i kVArh-no brojilo za generator i dva moguća smjera toka energije u dalekovodnim poljima. Ova posljednja snabdjevena su kočnicom za suprotni smjer vrtnje. Daljnja tri polja opremljena su zaštitom za tri generatora i njihove odgovarajuće blok-transformatore. U preostolnom polju ugrađena je prekostrujna zaštita spojnog polja te releji za signalizaciju zemljospoja na oba sistema sabirnica postrojenja 110 kV.

U čitavom prostoru ispod komande predviđen je kabelski prostor (kota +3,25 m), u kojem je smještena željezna konstrukcija za nošenje i ranžiranje kabela.

VLASTITA POTROŠNJA TERMOELEKTRANE JERTOVEC

Ing. Miloslav Abaffy, Elektroprojekt, Zagreb

621.311.22.004

Vlastita potrošnja elektrane snabdjeva se u normalnom pogonu sa otcjepa generatora preko prigušnica i to za svaki blok posebno. Za pokretanje centrale služi posebni transformator 30 kV, koji dobiva energiju iz vanjske distributivne mreže. U slučaju potrebe, može se dobiti energija i iz 110 kV mreže, preko jednog generatorskog transformatora, ako nije u pogonu. Opisani su razdjelni uređaji na visokom i niskom naponu vlastite potrošnje, sa sistemima signalizacije, zaštite i blokiranja.

Raznolikosti u glavnoj opremi odrazile su se na vlastitoj potrošnji elektrane. Dok se motorski razvod u prvoj etapi, uz izuzetak 3 kV motora za crpku rashladne vode, riješio niskim naponom, u drugoj etapi odabran je za velike motore napon 6 kV, a rasklopno postrojenje 6 kV izvedeno je u obliku oklopljenih ćelija.

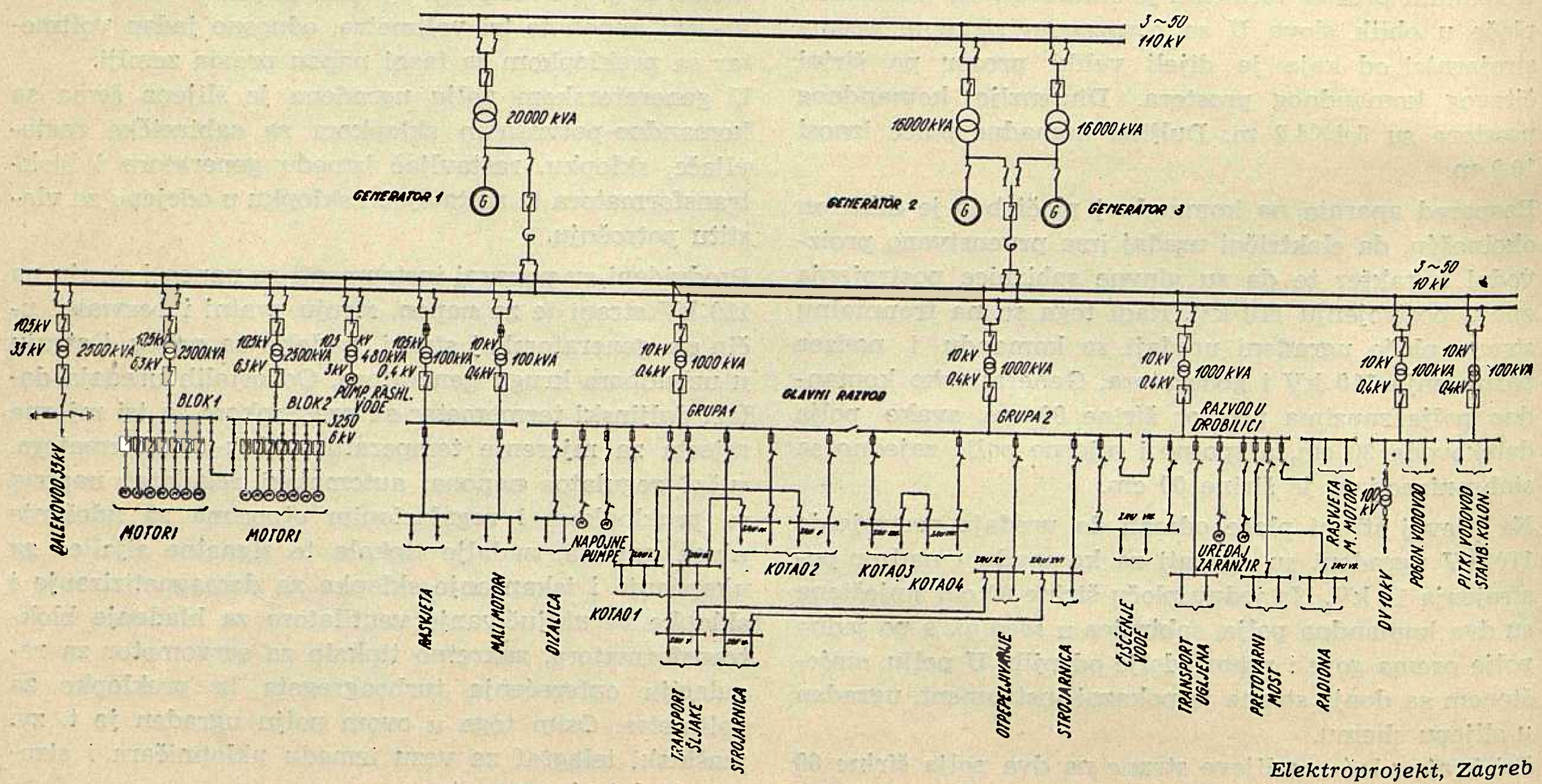
Napajanje vlastite potrošnje

Za napajanje vlastite potrošnje elektrane odabran je napon 10 kV, t. j. napon generatora. Zbog sigurnosti pogona izvedeno je rasklopno postrojenje 10 kV sa dva sistema sabirnica, tako da se u slučaju revizije ili kvara na jednom sistemu ne prekida pogon.

Osim toga omogućeno je, da svaki generator sa svojom grupom potrošača radi na drugi sistem sabirnica, a zajednički uređaji mogu biti priključeni na prvi ili drugi sistem, već prema opterećenju.

Sabirnice 10 kV napajaju se sa stezaljki generatora, a za stavljanje elektrane u pogon i za rezervu predviđen je priključak na mrežu 30 kV preko transformatora 30 ± 5%/10,5 kV, snage 2,14 MVA.

U prvoj etapi izveden je odvojak sa stezaljki generatora 1 i to preko prigušnice, te spoj sa mrežom 30 kV, a u drugoj etapi ostvarena je mogućnost napajanja sa stezaljki generatora 2 ili generatora 3, također preko prigušnog svitka.



Elektroprojekt, Zagreb

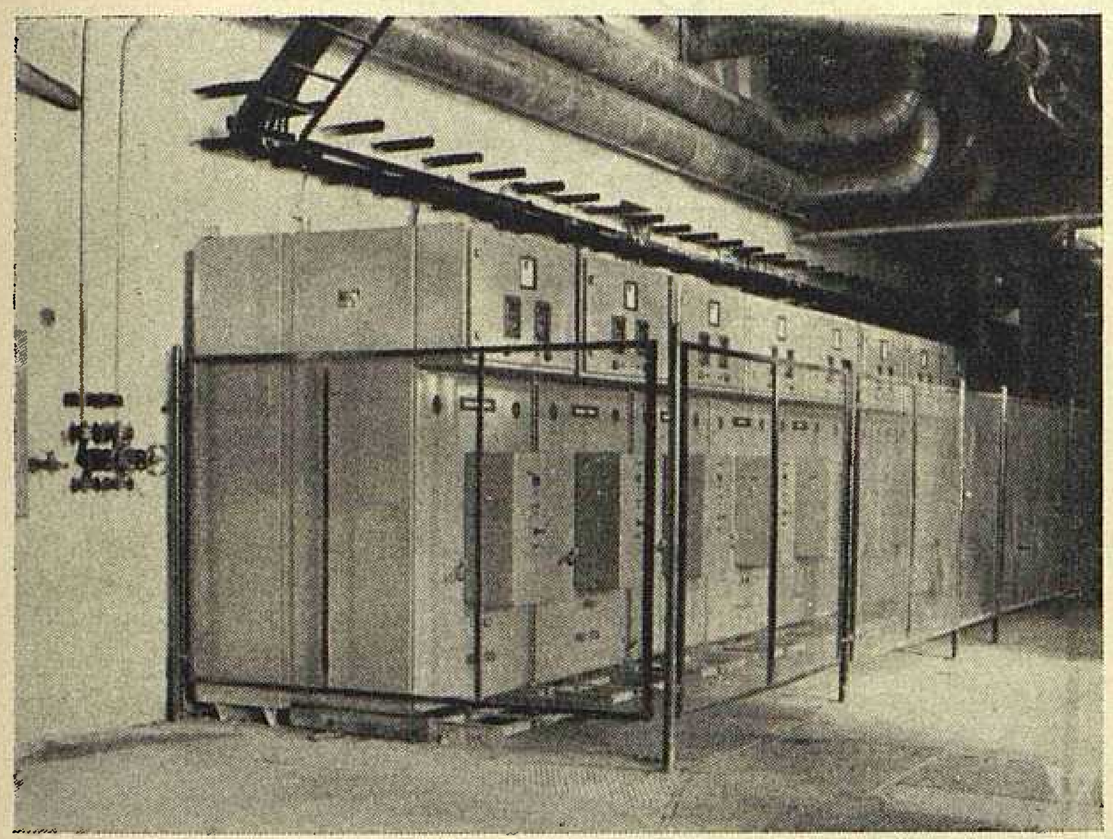
Sl. 1. Principijelna jednopolna šema vlastite potrošnje termoelektrane Jertovec.

Istovremeno može na sabirnice 10 kV biti priključen samo jedan od generatora 2 ili 3. Koji će od tih dvaju generatora raditi na vlastitu potrošnju, odabire se preklopkom.

Upotrebom preklopke i odgovarajućim blokiranjem ograničen je paralelni rad na dva izvora energije od ukupno četiri, jer je rasklopno postrojenje 10 kV dimenzionirano za struje kratkog spoja kod napajanja iz dva izvora.

Razvod 6 kV

Izborom oklopljenog postrojenja riješen je problem smještaja postrojenja, znatno su smanjeni troškovi izgradnje — za klasičnu izvedbu morao bi se izgraditi novi objekat —, postignute su uštede u visokonaponskim i signalnim kabelima zbog smještaja postrojenja u centru konzuma i na kraju, ostvarena je velika pogonska sigurnost i elastičnost, te zaštita od slučajnog dodira i prodiranja prašine.



Sl. 2. Oklopljeno rasklopno postrojenje 6 kV, blok 1.

Rasklopno postrojenje 6 kV podijeljeno je na dva bloka po devet ćelija, od kojih svaki napaja visokonaponske motore jednog kotla i jedne turbine druge etape izgradnje.

Svaki blok napajan je iz jednog transformatora 10,5/6,3 kV, snage 2500 kVA, koji su tako dimenzionirani, da svaki može prenijeti cjelokupni učin svih visokonaponskih motora, t. j. postoji stopostotna rezerva u transformaciji.

Transformatori su smješteni na slobodnom prostoru uz proširenje pogonske zgrade u neposrednoj blizini rasklopnog postrojenja 6 kV. Veze sa rasklopnim postrojenjem 10 kV i 6 kV blokovima ostvarene su kabelima. Oba 6 kV bloka međusobno su povezana kabelom, koji je dimenzioniran za ukupno opterećenje jednog bloka. Spoj kabela na sabirnice 6 kV ostvaren je preko spojnih rastavljača, što omogućuje, da bilo jedan ili drugi transformator napaja oba bloka, da oba transformatora rade paralelno, ili pak da svaki radi na svoju grupu potrošača.

Da se spriječe pogrešne manipulacije, provedeno je blokiranje spojnih rastavljača. Oni se mogu sklapati samo onda, ako su sve sklopke bloka 1 ili sve sklopke bloka 2 isključene. Time je postignuto, da se ni jedan spojni rastavljač ne da ukopčati, odnosno iskopčati, pod teretom. U slučaju da je spojni rastavljač jednog bloka otvoren, rastavljač druge grupe je deblokiran. Zbog skučenog prostora moralo se polje za spoj između blokova i mjerno polje smjestiti u jednu ćeliju, a to je postignuto na taj način, da su mjerni transformatori sa pripadnim osiguračima smješteni između sabirnica i rastavljača za spoj.

Razvod 0,4 kV

Niskonaponski razvod elektrane sastoji se iz glavnog razvoda, razvoda u drobiličnoj zgradi, razvoda za rasvjetu i istosmjernog razvoda, te izvan područja elektrane razvoda u crpnoj stanici pogonskog vodovoda i razvoda za pitki vodovod i stambenu koloniju.

Glavni razvod te razvod za rasvjetu i istosmjernu struju podijeljen je na dvije rasklopne ploče, smještene u komandnoj zgradi uz komandnu prostoriju, a razvod u drobiličnoj zgradi sastoji se od jedne rasklopne ploče. Crpna stanica pogonskog vodovoda priključena je na razvod vlastite transformatorske stanice u prigradnji same strojarnice dok se potrošači pitkog vodovoda i stambene kolonije napajaju iz posebne stanice, izgrađene u tu svrhu izvan područja elektrane.

Glavni razvod niskog napona sastoji se iz dvije grupe, raspoređene na dvije rasklopne ploče. Svaka grupa napaja se iz vlastitog transformatora 10/0,4 kV snage 1000 kVA, koji su smješteni u trafokomorama pokraj rasklopnog postrojenja 10 kV tako, da je omogućen spoj golim bakrom sa odgovarajućim ćelijama 10 kV. Grupa 1 i grupa 2 međusobno su povezane bakrenim sabirnicama preko rastavljača, da se u slučaju potrebe može grupa 1 napajati iz transformatora grupe 2 i obratno. Zbog sigurnosti predviđen je i spoj grupe 2 glavnog razvoda sa razvodom u drobiličnoj zgradi tako, da se za nuždu ovaj može napajati i preko transformatora u zgradi. Nadalje je predviđen i spoj grupe 2 sa podrazvodom u zgradi dekarbonizacije.

U normalnom pogonu svaka razvodna grupa radi na svoju grupu potrošača uz otvorene spojne rastavljače, jer je postrojenje dimenzionirano za struje kratkog spoja kod napajanja preko jednog transformatora.

Kod uključenog spojnog rastavljača nije dozvoljeno napajanje iz dva transformatora, pa je zbog toga predviđeno međusobno blokiranje spojnog rastavljača i transformatorskih sklopki. Na taj način može se uz zatvoreni spojni rastavljač uključiti samo jedan transformator, dok se oba napajanja mogu uključiti samo, ako je spojni rastavljač isključen.

Spomenutim rješenjem omogućeno je dvostruko napajanje svake grupe, što garantira siguran pogon, a da struja kratkog spoja bude u tolerantnim granicama.

Razvod u drobiličnoj zgradi sastoji se od jedne slobodno stojeće rasklopne ploče od 7 polja širine 800 mm. Ova je ploča napajana iz vlastitog transformatora 10/0,4 kV, 1000 kVA, koji je smješten u trafokomoru u neposrednoj blizini rasklopne ploče radi što jednostavnijeg priključka na niskonaponski razvod. Spoj transformatora sa rasklopnim postrojenjem 10 kV izveden je kabelom.

Kao što je već bilo spomenuto, i ova ploča ima rezervno napajanje iz grupe 2 glavnog razvoda. Provedeno je blokiranje spojnog rastavljača analogno onom između

grupe 1 i grupe 2 glavnog razvoda, tako da se ne mogu istovremeno uključiti oba napajanja, osim u iznimnom slučaju i to pomoću posebnog uređaja. To će biti potrebno samo onda, kada će se glavni razvod u komandnoj zgrad inapajati iz razvoda u drobiličnoj zgradi.

Crpna stanica pogonskog vodovoda udaljena je od glavne pogonske zgrade 2200 m i nalazi se nedaleko od rijeke Krapine.

Napajanje ovog pogona mogućeno je iz dva izvora energije i to sa sabirnica 10 kV vlastite potrošnje elektrane preko 10 kV kabela, te iz distributivne mreže 10 kV, t. j. dalekovoda, koji prolazi nedaleko crpne stanice. Odcjep od dalekovoda do crpne stanice izveden je kao zračni vod, a ulaz u stanicu ostvaren je kabelom.

Oba napajanja imaju vlastite transformatore 10/0,4 kV, snage 100 kVA, posebnu zaštitu i mjerenje. Budući da svako napajanje crpe energiju iz drugog izvora, može se u izvjesnim slučajevima očekivati asinhronost tih izvora. Zbog toga je predviđeno da se oba transformatora ne mogu vezati paralelno. Ovo je riješeno na taj način, da je na niskonaponskoj strani provedeno međusobno blokiranje dovodnih rastavljača tako, da se jedan od njih može uključiti, ako je drugi isključen.

Za smještaj transformatora, 10 kV ćelija i rasklopne ploče niskog napona izgrađena je transformatorska stanica u prigradnji strojarnice crpne stanice, što omogućuju jednostavan kabelski priključak rasklopne ploče u trafostanici sa razvodnim uređajem u strojarnici.

Za potrebe crpne stanice pitkog vodovoda i stambene kolonije izgrađena je u blizini crpne stanice izvan područja elektrane transformatorska stanica 10/0,4 kV sa jednim transformatorom snage 100 kVA.

Podrazvod za motorni pogon t. j. razdjelnici, koji su napajani iz glavnog razvoda, smješteni su u pojedinim dijelovima postrojenja.

Svi razdjelnici za motorni pogon osim ploče za blokiranje transporta ugljena izvedeni su kao zatvoreni razvodni uređaji (u daljnjem tekstu ZRU) u kućištima od lijevanog željeza, nepropusnim za prašinu.

Svaki ZRU može se napajati sa dvije strane: iz glavnog razvoda i iz jednog drugog ZRU. Oba dovoda međusobno su blokirana preko spojnih rastavljača, tako da oba rastavljača imaju samo jednu ručicu za uključivanje. Ta se ručica može izvaditi samo onda, ako je rastavljač otvoren. Za dva odgovarajuća ZRU, koji se u slučaju nužde moraju napajati jedan preko drugoga, predviđena je i treća ručica, s kojom se u jednom od spomenutih ZRU-a mogu uključiti oba rastavljača.

Razdjelnik za priključak dizalice smješten je u strojarnici iznad kote + 6,5 na zidu prema komandnoj zgradi, a sastoji se od kabelskih završetaka za dovod iz grupe 1 glavnog razvoda i odvod do kliznog voda dizalice, osigurača i rastavljača. Svrha mu je, da se u strojarnici može klizni vod odijeliti od napona u slučaju popravka na dizalici, te brza zamjena osigurača kod pregaranja.

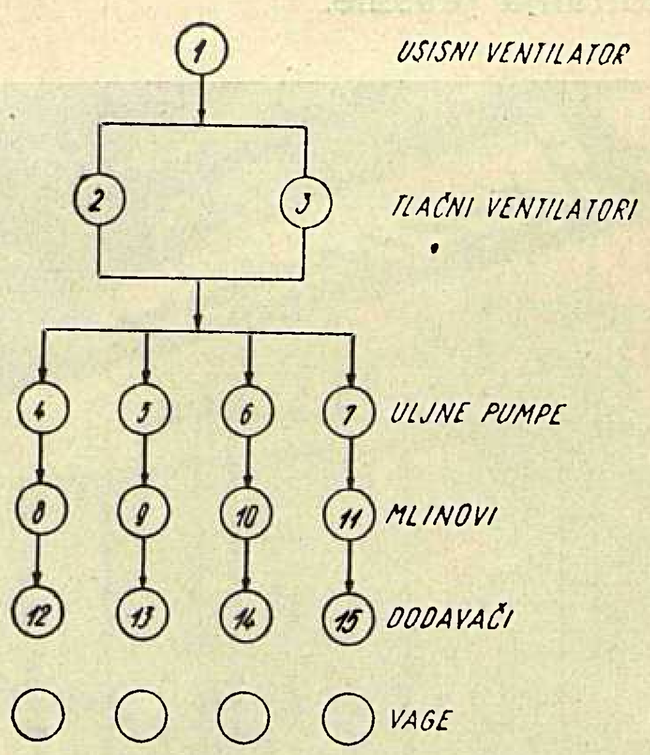
Razdjelnik za priključak pretovarnog mosta montiran je na prvom stupu za pričvršćenje kliznog voda za napajanje pretovarnog mosta. Zadatak je ovog ZRU-a, da se omogući odjeljivanje kliznog voda od napona kod popravaka na pretovarnom mostu, a ujedno služi kao kabelski završetak podzemnog kabela, kojim se iz razvoda u drobiličnoj zgradi napaja pretovarni most.

Ploča za blokiranje transporta ugljena smještena je u drobiličnoj zgradi, u istoj prostoriji, gdje se nalazi i glavna rasklopna ploča. U ploču su ugrađeni aparati i instrumenti, potrebni za zaštitu, mjerenje, upravljanje, signalizaciju i blokiranje transporta ugljena. S prednje strane ploče nalazi se svjetlosna šema transporta ugljena, mjerni instrumenti i elementi za daljinsko upravljanje i signalizaciju.

Svi motori su nulovani, te je priključak do njih izveden četverožilnim kabelima. Na pojedinim ekstremnim točkama razvoda izvršeno je istovremeno i nulovanje i uzemljenje da bi se povećala sigurnost.

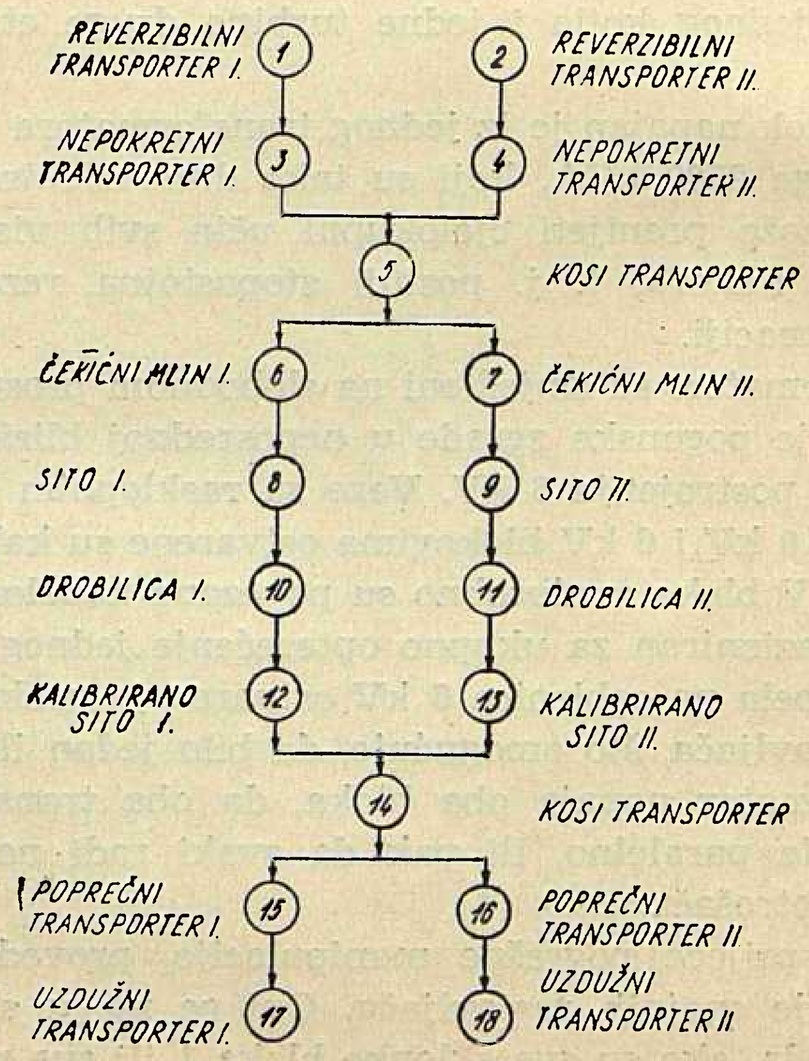
Upravljanje i blokiranje

Visokonaponskim motorima može se upravljati sa lica mjesta, sa ćelija 6 kV postrojenja i iz kotlovske komande, dok se niskonaponski motori upravljaju sa lica mjesta i iz kotlovske komande.



Sl. 3. Principijelna shema blokiranja motora druge grupe transporta ugljena.

Iz kotlovske komande omogućeno je daljinsko upravljanje i kontrola uklopnog stanja motora mlinova, uljnih pumpi, dodavača ugljena te tlačnih i usisnih ventilatora.



Sl. 4. Principijelna shema blokiranja motora transporta ugljena.

Uključivanje pojedinih grupa motora može se vršiti samo određenim redoslijedom, pa su motori unutar jedne grupe međusobno blokirani. Najznačajnija su blokiranja transporta ugljena i otpreme šljake.
Motori za transport ugljena mogu se uključivati samo određenim redoslijedom i to suprotnim od smjera transporta ugljena. U slučaju ispadanja bilo kojeg motora automatski će ispasti svi motori ispred ovoga. Time se sprječava mogućnost nagomilavanja ugljena na jednom mjestu.
Ista razmatranja vrijede i za otpremu šljake.
Blokiranje motora transporta ugljena podijeljeno je na dvije grupe. Prva grupa obuhvaća transport od podzemnih bunkera u skladištu ugljena do kotlovskih bunkera, a druga grupa od kotlovskih bunkera do kotlova i kotlovski dio.

Razvod za rasvjetu

Za napajanje rasvjete elektrane predviđena su dva transformatora 10,5/0,4 kV snage 100 kVA, od kojih je jedan pogonska rezerva.
Napajanje iz zasebnih transformatora provedeno je radi ograničenja struja kratkog spoja, koje bi u slučaju priključka rasvjete na glavni razvod niskog napona poprimile prevelike vrijednosti. Osim toga, vezanje na motorski razvod, mialo bi za posljedicu prenošenje na rasvjetu strujnih udara i kolebanja napola, koja prate napuštanje i rad velikih motora. Zbog ograničenja struja kratkog spoja nije dozvoljen paralelni rad transformatora, što je postignuto međusobnim blokiranjem niskonaponskih sklopki transformatora.

Rasvjetna instalacija pogonske i upravne zgrade snabdjeva se električnom energijom iz dva izvora. Prvi je već spomenuti izvor izmjenične struje, dok je drugi istosmjerna struja 220 V iz akumulatorske baterije. U vezi toga postoje tri mogućnosti napajanje rasvjete. Jedan, i to pretežni dio rasvjete, priključen je isključivo na izmjenični napon. Drugi dio rasvjetne instalacije može se napajati izmjeničnom ili istosmjernom strujom automatskim prekapčanjem pomoću releja ili ručno. Taj način je primijenjen na ona rasvjetna mjesta, gdje se mora rad nastaviti, iako dođe do ispadanja strojeva. Izvjestan broj rasvjetnih tijela, raspoređen uglavnom na mjestima najintenzivnije komunikacije, priključen je stalno preko zasebnog napojnog voda na istosmjerni napon, te služi kao orijentaciona rasvjeta u slučaju krajnje nužde.

Razvod istosmjerne struje

Za daljinsko upravljanje, zaštitu, signalizaciju i sigurnosnu rasvjetu odabran je istosmjerni napon 220 V, a za napajanje telefonskog uređaja istosmjerni napon 24 V.

Napon 220 V daje akumulatorska baterija sastavljena od 106 članaka L 4 kapaciteta 108 Ah kod trosatnog pražnjenja, a napon 24 V baterija od 12 članaka L 2 kapaciteta 54 Ah također kod trosatnog pražnjenja. Obje su baterije smještene u zajedničkoj prostoriji u prizemlju komandne zgrade. Baterija 220 V postavljena je na tri stalka u dvije etaže, a ona od 24 V na jednom jednoetažnom stalku.

ZAŠTITA I AUTOMATIKA TERMOELEKTRANE JERTOVEC

Antun Šaler, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb 621.311.22.004.4:621-52

Opisani su zaštitni uređaji generatora, transformatora, odlaznih vodova, te ostalih dijelova električnog postrojenja. Konstatira se velika raznolikost zaštitnih uređaja i daje podatke o njihovom dosadašnjem funkcioniranju te izvršenim preinakama prema prvotnom stanju.

Smještaj termoelektrane Jertovec u sjeverozapadnom energetskom sistemu Hrvatske i karakter pogona neminovno su nametnuli pitanje sigurne relejne zaštite, kako bi se postigao što viši stepen sigurnosti u proizvodnji i prijenosu električne energije.

Prema izrađenim šemama djelovanja relejna zaštita u elektrani obuhvaćena je u potpunosti. Sva tri generatora zaštićena su relejima proizvodnje *Brown Boveri*, dok je učinski transformator u blok-spoju s generatorom I. zaštićen relejima proizvodnje *Siemens*. Vodovi 110 kV zaštićeni su reaktantnim relejima proizvodnje *Compagnie de Compteurs (CdC)*. Vlastita potrošnja elektrane na strani 10 kV zaštićena je uglavnom relejima proizvodnje *Siemens*, kao i relejima domaće proizvodnje *Tela*.

Svi zaštitni releji za generatore u bloku sa transformatorima ugrađeni su na relejnu ploču, koja se sastoji od osam polja, a smještena je iza komandne ploče. Distantni releji za zaštitu vodova 110 kV smješteni su na zid, koji dijeli 10 kV rasklopno postrojenje i prostor uklopnice. Releji za zaštitu odvoda vlastite potrošnje smješteni su u ormarima 10 kV rasklopnog postrojenja.

Što se tiče izbora vrsta i tipova zaštitnih uređaja, može se primijetiti, da nije zastupljena istovrsnost, već vlada prilično šarenilo. Osim raznolikosti izgleda pojedinih releja, ovo ima i nedostatak, što se naročito pokazalo kod ispitivanja i udešavanja za vrijeme stavljanja uređaja u pogon.

Električna šema elektrane je tako riješena, da sva tri generatora rade u blok-spoju s transformatorom i odcjepom za vlastitu potrošnju ali tako, da generator I. može uvijek raditi paralelno samo sa jednim generatorom (generator II. ili III.) na vlastitu potrošnju 10 kV.

Zaštita generatora I. u blok spoju sa odcjepom

Kako je između generatora i transformatora izveden odcjep za vlastitu potrošnju, to je i diferencijalna za-

štita izvedena zasebno za generator, a zasebno za transformator.

Generator I. proizvodnje *Brown Boveri* tipa WT 552f snage 22,8 MVA obuhvaćen je slijedećom zaštitom:

a) Diferencijalna zaštita
b) Nadstrujna zaštita
c) Zaštita statora protiv zemljospoja (blok spoj)
d) Zaštita statora protiv zemljospoja u odcjepu
e) Zaštita protiv povratne energije i
f) Signalizacija zemljospoja rotora

Diferencijalna zaštita generatora ostvarena je relejom prozivodnje *Br wn Boveri* tipa RB3. Relej je starije proizvodnje i tipa, pa je izveden bez stabilizacije, a udešava se perom, koje stvara protumoment glavnom momentu zakretnog sistema. Ovakav relej nije siguran kod ukopčanja i nije zagarantiran siguran i selektivan rad kod nastalih smetnji u generatoru ili u mreži. Relej svojim prorađivanjem djeluje na učinsku sklopku 110 kV kao i na sklopku 10 kV, te sklopku za demagnetizaciju generatora. Diferencijalna zaštita generatora aktivira također i uređaj CO_2 za gašenje požara.

Nadstrujna zaštita provedena je sekundarnim strujno neovisnim relejom proizvodnje *Brown Boveri* tipa S3 Relej ima tri strujna i tri zatezna člana.

Zaštita statora protiv zemljospoja za rad generatora I. u blok spoju provedena je vatmetričkim relejom proizvodnje *Brown Boveri* tipa CUH90c. Relej štiti selektivno generator samo onda, kada radi u čistom blok spoju, a kada radi generator i na odcjep za vlastitu potrošnju, tada je ovaj relej blokiran preko sklopke za vlastitu potrošnju, a zaštitu preuzima:

Zaštita statora protiv zemljospoja, kada generator radi na vlastitu potrošnju. Izvedena je s relejnom kombinacijom:

$$RBG_{maxt} + RBG_{max} + MLT + CG26i$$

Ova relejna kombinacija je proizvodnje *Brown Boveri*. Ovako realizirana zaštita štiti svega 90% namotaja generatora, pa je to glavni nedostatk ove vrste zaštite, koja se danas više ne proizvodi u ovakvoj kombinaciji.

Zaštita protiv povratne energije provedena je relejom proizvodnje *Siemens tipa* RW 141. To je u stvari vatmetrički relej sa živinim kontaktima, koji reagira kod promjene smjera energije. Da ne bi došlo do krivih izbacivanja kod sinhronizacije ili njihanja energije u tom momentu, ugrađen je vremenski relej tipa Rs103, koji dozvoljava promjenu smjera energije u vremenu do 8 sekundi, a nakon toga vremena iskapča učinsku sklopku 110 kV.

Signalizacija zemljospoja rotora ostvarena je osjetljivim strujnim relejom proizvodnje *Brown Boveri* tipa RBV.

Zaštita učinskog transformatora I. u blok spoju

Učinski transformator I. prividne snage 20 MVA, proizvodnje *ELIN* tipa PT 200007 radi u blok spoju sa generatorom I.
Obuhvaćen je pored Buchholz releja i kontaktnog termometra slijedećom zaštitom:

a. Diferencijalna zaštita
b. Nadstrujna zaštita

Diferencijalna zaštita ostvarena je relejom proizvodnje *Siemens* tipa RT 20.

Svojim prorađivanjem relej djeluje na učinsku i demagnetizacionu sklopku te na uređaj za gašenje požara, koji je za transformatore proveden s vodom.

Nadstrujna zaštita realizirana je relejom proizvodnje *Siemens* tipa R3As7. To je sekundarni strujno neovisni relej, koji ima tri nadstrujna proradna člana i jedan vremenski član.

Zaštita generatora II. i III. u blok spoju sa odcjepom

Generatori II i III. su proizvodnje *Rade Končar* snage 16 MVA. Rade u blok-spoju sa učinskim transformatorom iste proizvodnje i istog učina. Zaštita je provedena za obje grupe na potpuno isti način:
Generatori II. i III. zaštićeni su istovrsnom zaštitom kao i generator I., samo su upotrebljeni drugi tipovi releja, koji su bolji i pouzdaniji.

Diferencijalna zaštita ostvarena je relejom proizvodnje *Brown Boveri* tipa TG3.
Na releju se provode slijedeća udešenja:
Temeljno udešenje t. j. odnos izražen u procentima nominalne struje strujnih transformatora. Ovo udešenje je mjerodavno za iskapčanje sklopke u slučaju kvara u generatoru, odnosno kvara u području između strujnih transformatora.
Proradni odnos t. j. kvocijent diferencijalne struje prema struji opterećenja.
Diferencijalna zaštita djeluje i ovdje osim na učinsku i demagnetizacionu sklopku, na uređaj CO_2 za gašenje požara u generatoru.

Nadstrujna zaštita provedena je također relejima proizvodnje *Brown Boveri* tipa S3 kao i kod generatora I.

Zaštita statora protiv zemljospoja za generator, koji radi u blok-spoju i na odcjep, provedena je relejnom kombinacijom proizvodnje *Brown Boveri* tipa 3CUH90c + CG26ai. Budući da može uvijek raditi samo jedan generator II. ili III. na odcjep, to je upotrebljen samo jedan zajednički relej tipa 3CUH90c, dok je vatmetrički relej tipa CG26i ugrađen za svaki generator.
Radi što osjetljivijeg i točnijeg rada ove zaštite upotrebljeni su dodatni transformatori kao i pomoćni kontaktori za umjetno opterećenje, pa je na taj način ostvarena zaštita statora, koja štiti namotaje cca 95—99%.
Budući da za vrijeme pogona može na pr. generator II. raditi na odcjep, a generator III. direktno u blok-spoju, to je za ovaj slučaj zaštita statora provedena tako, da za generator u bloku radi samo relej CG26i. U tom slučaju napon se privodi direktno iz naponskog transformatora, ugrađenog u nultočki generatora.

Zaštita protiv povratne energije provedena je relejom proizvodnje *Brown Boveri* tipa 2CG90c-MLT. Kao i kod generatora I., tako je i ovdje ugrađen vremenski relej, koji dozvoljava promjenu smjera energije do 8 s., a nakon toga vremena izbacuje učinsku sklopku.

Signalizacija zemljospoja rotora provedena je istim relejom tipa RBV, kao i kod generatora I.

Zaštita učinskog transformatora II i III u blok-spoju

Učinski transformator II i III proizvodnje *Rade Končar* tipa TNp16000—110 prividne snage 16 MVA, pored Buchholz-releja i kontaktnog termometra, zaštićeni su slijedećim relejima:

Diferencijalna zaštita ostvarena je istim relejima tipa TG3 kao i generatori, s tom razlikom, što su ovdje ugrađeni strujni međutransformatori za izjednačenje struja gornje i donje naponske strane. Diferencijalna zaštita djeluje i ovdje osim na učinsku i demagnetizacionu sklopku, i na uređaj za gašenje požara, koji je izveden s vodom.

Nadstrujna zaštita ostvarena je u dvije faze (*R* i *T*) sekundarnim nadstrujnim relejima proizvodnje *Brown Boveri* tipa S3, dok je u fazi *S* ugrađena termička zaštita iste proizvodnje tipa ST.

Zaštita od preopterećenja realizirana je sekundarnim termičkim relejom. Termičko okidanje releja ST jamči sigurnu zaštitu od preopterećenja, dok njegova granična struja momentanog okidanja štiti učinski transformator od vanjskih kratkih spojeva.

Zaštita protiv unutarnjih smetnji, osim sa diferencijalnom zaštitom, nadopunjena je i Buchholzovim relejom, koji ima dva plovka, od kojih je jedan za signalizaciju, a drugi za izbacivanje sklopke.

Učinski transformatori imaju također i kontaktne termometre, koji uz termičku zaštitu čine rezervu, a pogonsko osoblje pravovremeno upozoravaju o nastaloj nadtemperaturi.

Zaštita dalekovoda 110 kV

Dalekovodi 110 kV Rakitje i Nedeljanec zaštićeni su reaktantnim relejima proizvodnje *Compagnia de Compteurs (CdC)* tipa RXAP31. Relej ima mogućnost udešenja prvog i drugog otpornog stepena, dok je treći stepen određen ukupnom proradnom impedancijom, za koju je relej građen. Vremenski stepeni su tako izvedeni, da je prvi stepen fiksan t. j. radi u vlastitom vremenu, koje je potrebno za zatvaranje svih pomoćnih releja, a koje iznosi 0,1—0,15 s. Drugi i treći vremenski stepeni mogu se udešavati prema željenom planu stepenovanja od 0,3 do 5 s.

Udešenja su provedena tako, da relej za zaštitu 110 kV dalekovoda prema Rakitju (Zagreb I.) štiti vod u prvom vremenskom stepenu na dužini od oko 41 km, a u drugom vremenskom stepenu na dužini između 41 do 68 km. Treći vremenski stepen proteže se od 68 km do oko 130 km. Ove udaljenosti računaju se od TE Konjšćina. Treći stepen ima karakter čisto rezervnog stepena te relej izbacuje u tom vremenskom stepenu samo onda, ako zataji distantna zaštita u susjednom postrojenju t. j. u Rakitju.

Distantni relej za zaštitu 110 kV dalekovoda prema Nedeljancu (Varaždin) štiti vod u prvom vremenskom stepenu na dužini od oko 34 km, a u drugom vremenskom stepenu na dužini između 34 do 68 km. Treći vremenski stepen proteže se od 68 do oko 130 km. Treći stepen je i ovdje rezervni stepen, za slučaj zatajivanja zaštite u TS Nedeljanec (Varaždin).

Zaštita vlastite potrošnje 10 kV

Učinski transformator 30/10 kV snage 2,14 MVA. je zaštićen, kao i ostali transformatori slijedećom zaštitom:

a. Diferencijalna zaštita
b. Nadstrujna zaštita
c. Zaštita protiv povratne energije

Diferencijalna zaštita provedena je relejom proizvodnje *Siemens* tipa RT 20, kao i učinski transformator I u blok-spoju sa generatorom I.

Nadstrujna zaštita provedena je također relejom proizvodnje *Siemens* tipa R3As7, kao i učinski transformator I. u blok-spoju.

Zaštita od povratne energije provedena je istim relejom kao i kod učinskog transformatora I., dakle tipa RW 141.

Transformator je također snabdjeven Buchholzovim relejom i kontaktnim termometrom, pa se ova zaštita uz diferencijalnu zaštitu upotpunjuje. Ostali odvodi za vlastitu potrošnju na strani 10 kV zaštićeni su uglavnom nadstrujnom zaštitom proizvodnje Siemens tipa R2As50. Zaštita odvoda za vlastitu potrošnju generatorske grupe II i III. provedena je relejima domaće proizvodnje »Tela« tipa 3IR2 + CRl, kao i relejima francuske proizvodnje tipa RMA3 i RS10.

Automatika

Svaki generator snabdjeven je automatskim regulatorom napona proizvodnje *Brown Boveri* tipa AB 2/1. Regulatori su ugrađeni za svaki generator na pripadnoj komandnoj ploči, pa je tako dobiven dobar pregled rada ovih regulatora. Izvedba je takova, da je svaki regulator opremljen sa dva segmenta, koji su direktno vezani u uzbudni krug budilice. Nivo napona udešava se ručnim otporom, vezanim serijski u naponski krug regulatora. Za ručnu regulaciju napona ugrađena je preklopka i regulacioni otpornik.

Za sinhronizaciju generatora na mrežu, kao i za sva ostala sinhroniziranja u elektrani, ugrađen je osim uređaja za ručnu sinhronizaciju i relej za poluautomatsku sinhronizaciju. Relej je proizvodnje *Siemens* tipa RStP15. Ovim uređajem omogućena je sinhronizacija na svakom dalekovodnom polju 110 kV, zatim na svakom transformatoru u blok-spoju s generatorom, te na odcjepima za vlastitu potrošnju i spojnom polju 110 i 10 kV. Sinhronizacija generatora s mrežom 30 kV može se također provesti preko učinskog transformatora snage 2,14 MVA 30/10 kV, ali samo onda, ako generator ne radi na mrežu 110 kV. U protivnom bi se mogla dvostruko zatvoriti petlja 110 i 30 kV preko TS Zabok, a što normalno nije moguće provesti zbog različitih grupa spojeva u transformaciji, pa je i s tog razloga u ovo polje transformatora ugrađen relej za povrat energije. Da bi se izbjegla kriva ukapčanja kod sinhronizacije, provedeno je blokiranje preko preklopki za sinhronizaciju i to tako, da uvijek služi samo jedan ključ za ukapčanje poluautomatskog releja, pa nije moguće provesti istodobno više sinhronizacija.

Automatika u elektrani izvedena je u potpunosti. Svi rasklopni aparati snabdjeveni su uređajem za daljinsko ukapčanje iz komandne prostorije. Učinske sklopke 110 kV proizvodnje *Alsthom* imaju u elektromagnetski uređaj za ukapčanje, dok su rastavljači 110 kV

snabdjeveni istosmjernim motorima za mogućnost ukapčanja iz daljine. Učinske sklopke i rastavljači 10 kV proizvodnje *Magrini* također se ukapčaju elektropneumatskim putem iz komandne prostorije. Provedena su sva blokiranja rastavljača sa sklopkama, kao i blokiranja preko spojne sklopke. Time je spriječena mogućnost krivih posluživanja kod raznih prekapčanja odnosno manevara u pogonu.

Zaključna razmatranja

Iz dosadašnjeg razmatranja o ugrađenoj zaštiti vidljivo je, da su svi uređaji za proizvodnju i prijenos električne energije zaštićeni u potpunosti. No ipak tokom pogona pokazali su se izvjesni nedostaci pri radu ovih uređaja. Prijelazom 110 kV mreže sa elastičnog na kruto uzemljenje, ovi nedostaci došli su još više do izražaja.

Tako na pr. diferencijalna zaštita generatora I. je nestabilnizirana, uslijed čega prorađuje i kod nastalih vanjskih kratkih spojeva. Zaštita statora za slučaj, kada generator I. radi na odcjep, ne štiti namotje u području, koje se zahtijeva, a sama relejna kombinacija je složenija i relativno spora.

Zbog navedenih nedostataka pri radu ove zaštite, naručena je kod tvornice *Brown Boveri* ista zatšita kao i za generatorsku grupu II i III. Time će biti generatorska zaštita potpuno unificirana, a dosadašnji nedostaci bit će otklonjeni.

Poluautomatski sinhronizacioni uređaj zamijenit će se potpuno automatskim uređajem za sinhronizaciju proizvodnje *Brown Boveri* tipa *F*. Dosadašnji uređaj ugradit će se u TS Nedeljanec. Montažni radovi izvest će se za vrijeme remonta.

Ulaskom u pogon novog dalekovoda 110 kV za TS Resnik (Zagreb II.), povezat će se energetski bazen Hrvatske sa bazenom Bosne i Hercegovine. S tim u vezi uvodi se u našu mrežu tehnika ponovnog ukapčanja. No kako su na dalekovodnim poljima ugrađene elektromagnetske sklopke proizvodnje *Alsthom*, koje imaju relativno dugo vrijeme ukapčanja, zamijenit će ih se učinskim sklopkama proizvodnje *Rade Končar* tipa 2 PV 100 g 600. Ove sklopke su konstruirane za tehniku ponovnog ukapčanja, a prema najnovijim mjerenjima i oscilografskim snimanjem postignuto vrijeme beznaponske pauze iznosi cca 0,33 s.

Uvođenjem ove tehnike ponovnog ukapčanja, neminovno se mijenjaju i zaštitni uređaji. Dalekovod 110 kV za Resnik štitit će se distantnim relejom proizvodnje *Brown Boveri* tipa L3wyaS s dodatnim uređajem za ponovno ukapčanje tipa P12wb. Time će se provesti tropolno ponovno ukapčanje s vremenom beznaponske pauze od 0,3 s. Dalekovod 110 kV za Nedeljanec i Rakitje bit će zaštićen relejima proizvodnje *CdC* bez ponovnog ukapčanja. Prijelaz ovih polja na ponovno ukapčanje predviđa se koncem godine 1958, kada će uslijediti isporuka ostalih distantnih releja iste tvornice.

Ovako ostvarenom zaštitom može se doista očekivati pravilan i selektivan rad uređaja, a sva eventualna iskapčanja uslijed griješaka bit će svedena na minimum.

PREGLED PODUZEĆA, KOJA SU SUDJELOVALA NA ISTRAŽNIM RADOVIMA, PROJEKTIRANJU, GRADNJI I MONTAŽI

I. Etapa

1. *Elektroprojekt*, poduzeće za projektiranje elektroenergetskih postrojenja, Zagreb, izvršilo je projektiranje.
2. *Geoistraživanje*, poduzeće za istražno bušenje izvršilo je ispitivanje za pitki vodovod.
3. *Građevno poduzeće*, Zagorje, Varaždin, izradilo je projekt za gornji dio rashladnog tornja.
4. *Energoprojekt*, poduzeće za projektiranje elektroenergetskih postrojenja, Beograd, izradilo je projekt za transportere za ugljen.
5. *Industrijski projektni zavod, Zagreb*, izradilo je projekt za industrijske kolosjeke.
6. *Viadukt*, poduzeće za niske gradnje, Zagreb, izvodilo je radove na objektu u godinama 1949., 1950., 1951. i do 31. 3. 1952. i to na građevinskim objektima:

   pripremni radovi, željeznički most, cesta, potporni zid, donji i gornji stroj industrijskog kolosjeka od stanice Konjščine do centrale, glavna i površinska kanalizacija, planiranje gradilišta, privremene saobraćajnice, temelji pogonske zgrade, temelji kotlova i strojeva, temelji dimnjaka.

   Na objektima: potporni zid iza pogonske zgrade, skladište ugljena i duboki bunkeri, pogonski vodovod sa pumparnicom i branom na Krapini, vodovod pitke vode, dimnjak.

   Poduzeće *Viadukt* izvodilo je radove samo djelomično, a kasnije je ove objekte nastavilo i završilo građevno poduzeće *Zagorje* Varaždin.
7. *Kotarsko građevno poduzeće* iz Zlatara, izvodilo je građevinske radove na stambenoj zgradi I.
8. Građevno poduzeće *Zagorje*, Varaždin, koje je počelo raditi na gradilištu u 1951. godini, nastavilo je i završilo radove, koje je ranije započelo poduzeće *Viadukt*, tako da se može reći, da je 80% izvedenih objekata na gradilištu izvelo ovo poduzeće.
9. *Poduzeće za održavanje pruge*, Varaždin, izvelo je polaganje gornjeg stroja industrijskog kolosjeka na željezničkoj stanici Konjščini i na platou same centrale.
10. Montažno poduzeće *Braća Kavurić*, izvršilo je montažu čitavog elektromašinskog dijela opreme. Uz prisustvo vodećih montera tt. *Sulzer*, Vinterthur, Švicarska, izvršena je montaža kotlova.
11. Poduzeće *Vatrotehna*, Zagreb, izvodilo je radove na ozidu kotlova i dimnih kanala.

12. Poduzeće *Izolirka*, Ljubljana, izvodilo je radove na izolacijama cijevovoda i kanala.
13. *Tovarna tehtnic*, Celje, izvršila je montažu vagonskih vaga od 50 tona.
14. Poduzeće *Ukras*, Zagreb, izvršilo je ličenje svih strojeva i opreme.
15. *Obrtnička radiona Pavelić Makso* iz Zagreba, izvela je soboslikarske radove u strojarnici.

Pregled domaćih isporučilaca

I. Tvornica *Metalna*, Maribor, izradila je slijedeću opremu:
1. Konstrukciju za rashladne tornjeve
2. Cijevovode za rashladnu vodu
3. 60-tonsku dizalicu za strojarnicu bez električne opreme

II. Tvornica *Rade Končar*, Zagreb je isporučila:
1. električni uređaj za 60-tonsku dizalicu u strojarnici
2. Kompletnu komandnu ploču od 26 polja sa montažom
3. Uljne transformatore od 1.000 kVA napona 10.000 V sa montažom
4. Elektromotore raznih jačina
5. Trofazni uljni transformator od 2.500 kVA napona 35.000 V
6. Rasklopnu ploču od 15 polja sa montažom
7. Relejnu ploču od 7 polja

III. Tvornica *Jedinstvo*, Zagreb-Vrapče, isporučila je
kontaktne posude
rezervoare za komprimirani zrak
rezervoare za komprimirani zrak i vodu
dimovodne kanale za otprašivanje dimnih plinova

IV. *Tvornica parnih kotlova*, Zagreb isporučila je:
glavne taložne ljevke filtera za otprašivanje
pomoćne taložne ljevke filtera za otprašivanje
rezervoare pojne vode sa postoljem
otplinjač

V. *Đuro Đaković*, Slav. Brod, isporučio je:
roštiljne konstrukcije za kotlove
zupčane pumpe za prigon roštilja
dijelove stepeništa, galerije i ograde oko kotlova

VI. *Elektrovod*, Beograd, isporučilo je:
konstrukcije transportera za ugljen.

U isporuci opreme i materijala za termoelektranu sudjelovale su još slijedeće jugoslavenske tvornice i poduzeća:
1. Tvornica *Jelšingrad*, Banja-Luka — radionički alat
2. Tvornica *Bratstvo*, Zagreb — stolarske mašine
3. Tvornica šamotne opeke *Dušan Petrović-Šane*, Aranđelovac — šamotne opeke
4. Željezara *Jesenice*, Jesenice — šamotne opeke
5. Željezara *Štore*, Štore — šamotne opeke
6. *Celjska opekarna*, Celje - fasadne opeke za kotlove
7. Tvornica alatnih strojeva *Potisje*, Ada — tokarske klupe
8. *Tvornica električnih proizvoda* (TEP), Zagreb-Vrapče — razvodne uređaje
9. *Gradska ljevaonica željeza*, Varaždin — zasune za vodovode
10. Tvornica alatnih strojeva *Prvomajska*, Zagreb — tokarske klupe i bušilice, te zupčane pumpe za prigon roštilja
11. Tvornica *Isktra*, Kranj - brojila, vatmetre i bušilice
12. *Novosadsko električno poduzeće*, Novi Sad — potporne izolatore
13. Tvornica *Munja*, Zagreb — akumulatorske baterije
14. Tvornica *Elka*, Zagreb — razne vrste kabela
15. Tvornica *Jastrebac*, Niš — centrifugalnu pumpu
16. Zadruga *Solidarnost, Zagreb* — uredski namještaj
17. *Obrtničko-nabavno prodajna zadruga*, Samobor — inventar u društvenim prostorijama
18. *Tovarna tehnic*, Celje — vagonske vage
19. *Produktivna zadruga kovinarjev Niko*, Željeznik — laboratorijski pribor
20. Tvornica *Tela*, Ljubljana — razne releje
21. Tvornica opeka *Zagorka*, Bedekovčina — klinker ploče i opeke
22. *Pokućstvo*, Zagreb — uredski namještaj
23. *Vatrosprem*, Zagreb — vatrogasne aparate za zaštitu
24. *Učila*, Zagreb — mjerače promaje
25. *Radionica željeznih vozila*, Zagreb — generalni popravak lokomotive
26. *Karlo Mrazović*, Čakovec — rekonstrukcije roštilja

Pregled isporučilaca opreme iz inozemstva

1. Tvrtka *Gebrüder Sulzer*, Winterthur, Švicarska, isporučila je:
2 kotla 28/35 t/h — 40 Atp sa montažom
uređaj za dodatno loženje mazutom
2. Tvrtka *Brown Boveri & Cie*, Baden, Švicarska, izvršila je isporuku slijedeće opreme:
1 turboagregat 14,8 MW, 22,6 MVA
generatorsku zaštitu
zaštitu zemnog spoja
Bucholz releje
automatsku regulaciju napona
katodne odvodnike za 110 kV postrojenje
3. Tvrtka *Simmering-Graz-Pauker*, Beč, Austrija, isporučila je slijedeću opremu:
pretovarni most za istovar ugljena sa montažom
drobilice za ugljen sa montažom
ranžirni uređaj
4. Tvrtka *Elin*, Wien (Austrija), isporučila je transformator 20 MVA — 10,5/115 kV
5. Tvrtka *Alsthom*, Paris, Francuska, isporučila je slijedeću opremu:
tropolne sklopke za postrojenje 110 kV
tropolne rastavljače za postrojenje 110 kV
uređaj za grijanje ulja malouljnih sklopki

6. Tvrtka *Magrini*, Bergamo, Italija, isporučila je sklopke za 10 kV postrojenje
7. Tvrtka *Steinmüller*, Gumersbach, Zap. Njemačka, isporučila je:
   dijelove za drobilicu drozge
   dvije kompletne garniture uređaja za odstranjivanje pepela
8. Tvrtka *Deutsche Babcockwerke*, Oberhausen, Zap. Njemačka, izvršila je isporuku:
   naprave za čišćenje dimnih plinova

Osim naprijed navedenih isporučilaca opreme iz inozemstva sudjelovale su još i niže navedene tvrtke s manjim isporukama:

Garvenswerke, Wien, Austrija — visokotlačne pumpe

Ernest Vogel, Stockerau, Austr. — centrifugalne pumpe

Ströhlen, Düseldorf, Z. Njem. — laboratorijski inventar

Joseph Kaindl, Wien, Austrija — razni alat i ručne dizalice

Karl Schenck, Darmstadt, Zap. Njemačka — vrpčastu vagu

Librawerke, Polz & Nagel, Braunschweig — automatske vage

Siemens & Halske, Wien, Austrija — razne instrumente

Seiffert Stahlrohrenbau Gesellschaft, Berlin — visokotlačne cijevi, armature i ventile

R. Klinger, Wien, Austrija — klinger brtvila

Ehrentlezberger, Linz, Austrija — čelično uže

Relais, Wien, Austrija — vodomjere i mjerne aparate

Sirolla & Co., Wien, Austrija — razni alat

Süddeutsche Kabelwerke, Mannheim, Zap. Njemačka - NKBA kablove

Siemens-Schuckertwerke, Erlangen, Zap. Njemačka:
   razne elektromotore
   tropolne sklopke za 110 kV postrojenje
   uređaj za sinhronizaciju
   ispravljače
   prekostrujnu zaštitu
   kompresor

Jenbacherwerke, Jenbach, Austrija — Diesel lokomotivu za odvoz drozge

Sócieté Genevoise, London, V. Britanija — mjerne instrumente

Trefilleries est Laminoires du Havre, Saint Maurice, Francuska — NKBA kablove

Walter & Cie, Köln, Zap. Njemačka — požarna zaštita, CO_2 zaštita za generatore

Frauenthal, Wien, Austrija — K-3 izolatore za 110 kV postrojenje

Kraft, Wien, Austrija — šamotne opeke SK-34-36

M. A. W., A. G. Nürnberg, Zap. Njemačka — kompresorski uređaj

Semperit, Wien, Austrija — gumene trake za transportere

Hübner & Mayer, G. M. B. M., Wien, Austrija — ventile razne i kondenzne lonce

Norma, Wien, Austrija — mjerne instrumente

Sprecher & Schuh, Arran, Švicarska — odvodnike prenapona 110 kV

Compagnié pour la fabrication des Compteur, Montrouge, Francuska:
   releje
   strujne transformatore
   uređaj za sinhronizaciju
   watmetre i brojila

Landis & Gyr, Švicarska — instrumente i uređaj za regulaciju

Luko, Wien, Austrija — uljne pumpe

MAAG, Švicarska — zupčane pumpe

H. Meinecke A. G., Hannower, Zap. Njemačka — vodomjere

Les ateliers de construction eletriques de DELLE, Lyon - Villeurbaune, Francuska — tropolnu sklopku za 35 kV postrojenje

Dreyer, Rosenkranz & Droop A. G., Hannower, Zap. Njemačka — manometre i vacuummetre

Dr. Siebert & Kühn, Ober Kaufungen-Kassel, Zap. Njemačka — termometre

Klein, Schanzlin & Becker A. G., Frankenthal, Zap. Njemačka — pumpe za odmuljivanje

II. Etapa

1. *Elektroprojekt*, poduzeće za projektiranje elektroenergetskih postrojenja, Zagreb, izvršilo je projektiranje.
2. Arhitektonski projektni biro *Plehati* izradio je projekte za privremene nastambe I i II i kancelarijsku zgradu
3. *Željeznički projektni biro*, Zagreb, izradio je idejni projekt osiguranja stanice Konjščina, ulaz Zlatar
4. Građevno poduzeće *Zagorje*, Varaždin, izvodilo je građevinske radove na svim objektima
5. *Poduzeće za održavanje pruge*, Varaždin, izradilo je radove na industr. kolosjeku i skretničkoj kućici na stanici Konjščina
6. Montažno poduzeće *Braća Kavurić* izvršilo je montažu čitavog elektromašinskog dijela opreme. — Montaža kotlova II i III izvršena je uz prisustvo vodećih montera tt. *Waagner-Biro*, Graz
7. Tvornica *Rade Končar*, Zagreb izvršilo je montažu trof. učin. transformatora od 16 MVA
8. Industrija lokomotiva, strojeva i mostova *Đuro Đaković* Slav. Brod izvršila je montažu mačke na pretovarnom mostu i odgovarajuće zagrijače za kondenzat
9. Montažno poduzeće *Monter*, Zagreb izvelo je električne instalacije na raznim objektima, te montažu instalacije centralnog grijanja glavne pogonske zgrade
10. Tvornica telef. uređaja *Nikola Tesla*, Zagreb izvela je montažu telefonske centrale
11. Poduzeće *Elektroprojekt*, Sarajevo izvršilo je ispitivanje varova izotopom na kotlovima te ispitivanje mehaničkih kvaliteta zavarenih cijevi na kotlovima
12. Poduzeće *Duga*, Zagreb izvršilo je ličenje svih strojeva i ugrađene opreme, te željeznih konstrukcija.

13. *Institut za elektroprivredu,* Zagreb, vršio je primopredajna ispitivanja na dva kotla i dvije turbine u Termoelektrani Konjščina.

Pregled domaćih isporučilaca opreme

I. *Tvornica parnih kotlova,* Zagreb, u kooperaciji sa austrijskom firmom *Waagner-Biro* Graz, izradila je:
dva kotlovska postrojenja od 50/64 t/h pare

II. *Jugoturbina,* Karlovac isporučila je:
1. dva turboagregata 12,5 MW, temp. 450/435° C
2. centrifugalnu pumpu 2500 l/min, $H = 60$ m, za pog. vodovod
3. centrifugalnu pumpu za kondenzat 70 m³/h, $H = 30$ m
4. centrifugalnu pumpu za kondenzat centralnog grijanja 5 m³/h, $H = 80$ m
5. razne zasune, prirubnice i manovakuummetre sa pipcima

III. Tvornica *Rade Končar* Zagreb, isporučila je:
1. dva transformatora od 16 MVA, 115/10,5 kV
2. dva transformatora od 2,5 MVA, 10,5/6,3 kV
3. trofazni kranski elektromotor 40 kW
4. elektroopremu za 110 kV-postrojenje
5. elektroopremu za 10 kV-postrojenje
6. elektroopremu za komandnu i relejnu ploču
7. tropol. učin. sklopku 400 MVA, 30 kV
8. 8 kom. trof. elektr. motori za dodavače ugljena, 2,9 kW
9. 6 kom. 6-kV elektr. motori za mlinove, usisne ventilatore i pojne pumpe
10. tropol. pneumat. sklopke 110 kV, 1800 MVA
11. trof. elektr. motori za muljne pumpe, 15 kW
12. kompresorski uređaj sa 2 agregata i 2 rezervoara
13. potporni izolatori 10 kV
14. stojeći limeni komandni ormarići
15. relejna ploča od 8 polja

IV. Tvornica *Litostroj* Ljubljana, isporučila je:
1. pumpe za dekarbon. vodu 2,8 l/sek
2. pumpe za odmuljivanje
3. centr. pumpe za dekarbonizaciju 1500 l/min
4. centr. pumpe za otšljakivanje 66 m³/h
5. pumpe za pitki vodovod 2,5 l/s
6. razne zasune za vodu i mulj

V. *Tvornica parnih kotlova,* Zagreb, isporučila je:
1. uređaj za odvod šljake i pepela
2. spremnike pojne vode sa otplinjačem i kondenzatorom
3. rezervoare za dekarboniziranu vodu sa armaturom
4. sabirne lonce i ekspander
5. razne armature i cjevovode

VI. Industrija *Đuro Đaković* Slav. Brod, isporučila je:
1. isparivače
2. izmjenjivače topline (zagrijače kondenzata)
3. hladnjake lužine
4. mačku za pretovarni most
5. Diesel-lokomotivu 20 KS za odvoz drozge

VII. Poduzeće *Braća Kavurić* Zagreb, isporučilo je:
1. mjernu ploču za turbinu I i II
2. dimovodne kanale
3. reverzibilni transporter

VIII. Tvornica *Jedinstvo* Jankomir, isporučila je:
1. uređaje za trifo odnosno sodu
2. pješčane filtre za dekarbonizaciju

IX. Tvornica *Metalna* Maribor, isporučila je:
1. Cjevovod rashladne vode

X. *Tvornica elektrotehničkih proizvoda,* Vrapče, isporučila je:
1. razne zatvorene razdjelne uređaje

XI. Poduzeće *Elektroprojekt,* Sarajevo, isporučilo je:
1. Kapslovano (oklopljeno) 6 kV postrojenja sa 18 ćelija

XII. Tvornica *Tela* Ljubljana, isporučila je:
1. razne releje za relejnu, turbinsku i ostale razvodne ploče

U isporuci opreme i materijala za termoelektranu sudjelovale su još slijedeće jugoslavenske tvornice i poduzeća:

1. Poduzeće *Dizalo* Zagreb — osobno-teretno dizalo za 1000 kg
2. *Tovarna tehtnic,* Celje — automatske Libra-vage sa stezaljkom
3. Tvornica *Sava* Kranj — gumena traka za transporter 800 × 10
4. Poduzeće *Željpoh* Zagreb — bešavne, Mannesmann i bakrene cijevi
5. Tvornica *Geomašina* Zemun — razne prirubnice za cjevovode
6. Poduzeće *Instalotehna* Zagreb — razni ventili za vodu
7. Tvornica *Sever* Subotica — trofazni elektromotori 80 kW i 75 kW za ventilatore i mlinove
8. Poduzeće *Elektrotehna* Zagreb — razni trof. elektromotori
9. *Telekomunikacija* Ljubljana — komandni stol sa tel. posrednik
10. *Tvornica kabela Svetozarevo* — učinski kabeli 10 kV i 1 kV, te signalni kabeli
11. Poduzeće *Elektroopskrba* Zagreb — učinski, signalni i telefonski kabeli
dvopojasni visokofrekventni uređaji
12. Tvornica *Nikola Tesla* Zagreb — automatska telefonska centrala
13. Poduzeće *Poljoopskrba* Zagreb — stabilna benzinska pumpa

14. Tvornica *Iskra* Kranj — instrumenti za ugradnju u ploču
15. Radionica *Elektrane* Zagreb — grabilice za ugljen
16. *Gradska ljevaonica željeza,* Varaždin — armature za hidraul. odvoz šljake
17. Poduzeće *Vatrosprem* Zagreb — vatrogasni aparati za zaštitu
18. Tvornica *Jedinstvo* Jankomir (Zagreb) — hladionik zraka generatora

Pregled isporučilaca opreme iz inozemstva

1. Tvrtka *Waagner-Biro,* Graz, Austrija isporučila je:
   2 kotla 50/64 t/h pare, 40 atp sa montažom zupčaste pumpe za prigon roštilja
   razne visokotlačne armature
2. Tvrtka *Brown Boveri & Cie,* Badne, Švicarska — isporučila je:
   visokofrekventne aparature i kanale
   mjerne strujne i nap. transformatore reda 10 kV
   kompletnu električnu zaštitu generatora i transformatora
   visokofrekventni uređaj za prenos mjerenja
3. Tvrtka *Siemens-Schuckertwerke,* Erlangen, Zap. Njemačka — isporučila je:
   elektroopremu za komandnu i relejnu ploču
   elektroopremu za motorski razvod 380/220 V
   elektroopremu za drobilicu
4. Tvrtka *AEG-Union,* Wien, Austrija — isporučila je:
   trof. 6-kV elektromotore za mlinove, usis. ventil. i napojne pumpe
   učin. sklopku 10 kV, 400 MVA; el. mjer. instrumente
5. Tvrtka *Hartmann & Braun,* Frankfurt, Zap. Njemačka — isporučila je:
   instrumente za turbinsku ploču, signalne uređaje i uređaje za mjerenje
6. Tvrtka *KSB,* Frankenthal, Zap. Njemačka — isporučila je:
   pumpe za kondenzat 18 m^3/h
7. Tvrtka *Officine Galileo,* Milano, Italija — isporučila je:
   uređaj za požarnu zaštitu transformatora 16 MVA i 2,5 MVA
   potporne izolatore reda 10 kV
8. Tvrtka *F. Seiffert,* Berlin, Zap. Njemačka — isporučila je:
   uređaj za hidraulički odvoz drozge i pepela
   razvodnu glavu za podizanje zasuna za mulj
9. Tvrtka *Dr. Hans Boeckels,* Achen, Zap. Njemačka — isporučila je:
   uređaj za traženje metala u ugljenu.

Osim naprijed navedenih isporučilaca opreme iz inozemstva sudjelovale su još i niže navedene tvrtke s manjim isporukama:

Relais, Wien, Austrija — registrirajući instrumenti

Josef Kaindl, Wien, Austrija — igličasti ventili

Vereinigte Armaturen-Gesellschaft, Mannheim, Zap. Njemačka — armature za hidraul. odvoz šljake zasune za vodu, ventile sa plovkom

Ferromet, Praha, Čehosl. — kabelske glave 10 kV

C. G. S. Monza, Italija — mjerni strujni i naponski trafosi

Kovo, Praha, Čehoslovačka — trof. brojila sa 2 mjer. sistema

AEG, Frankfurt, Zap. Njemačka — zaštitne preklopke 200 A

Hamburger Fabrik, Zap. Njemačka — pogonska parna turbina

Garbe-Lobmayer, Zap. Njemačka — pogonski elektromotor

Ruhrpumpen, Zap. Njemačka — rashladna i kondenzatna pumpa

Vogel, Stockerau, Austrija — turbopojna i elektropojna pumpa

Siemens & Halske, Karlsruhe — uređaji za mjerenje temperature

Uvoz opreme vršio se je preko:

1. *Elektroopskrba,* Zagreb
2. *Jugoelektra,* Beograd
3. *Mašinoimpex,* Zagreb

ISPRAVAK

U dijelu naklade ovog broja *Energije* potkrale su se dvije griješke: na str. 299, lijevi stupac, 4. redak odozdo umjesto upitnika treba stajati »sl. 3«, a na stranici 310 klišej slike 17 pogrješno je okrenut.

Godište 7

Uredništvo i uprava

Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37

Poštanski pretinac 451

Telefoni: 51-822 i 51-455

Urednički odbor

Glavni i odgovorni urednik: **Ing. Božidar Filipović.** Urednici rubrika: **Ing. Borivoj Baranović** (Studije i istraživanja), **Ing. Alojzije Ščap** (Tehnička i pogonska problematika), **Ing. Radoslav Planić** (Izgradnja elektroenergetskih postrojenja), **Anđelko Marušić** i **Danijel Feöcze** (Ekonomsko-financijska problematika), **Ing. Ivan Lučev** (Tarifna pitanja), **Ivan Medvedec** (Opća problematika), **Držislav Šutej** (Vijesti iz poduzeća), **Prof. Ing. Vladimir Žepić** (Iz strane literature), **Krešimir Lang** (Statistika), **Ing. Brezinšćak Marijan** (Tehnički urednik).

Komercijalno i financijsko rukovodstvo: **Ernest Radetić**

Godišnja pretplata

za tuzemstvo: za pojedince Din 720.-,
za poduzeća i ustanove Din 2500.-,
za inozemstvo: $ 6.-

Pojedini broj: Din 120.-, dvobroj Din 200.-

Tekući račun

Komunalna banka - Zagreb,
br. 400-702-2-338

Tisak: Grafički zavod Hrvatske, Zagreb

ENERGIJA

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

GODINA 1958 BROJ 10

SADRŽAJ

BROJ POSVEĆEN 50-GODIŠNJICI ELEKTROPRIVREDE GRADA ZAGREBA

Riječ Većeslava Holjevca 345

Uloga elektroprivrede u razvoju grada Zagreba, Ing. Božidar Ribić, glavni elektroenergetski inspektor NRH, Zagreb . . 346

Predradnje za izgradnju elektrane u Zagrebu, Ing. Vlatko Dabac, Institut za elektroprivredu, Zagreb 348

Tehnički razvoj termoelektrane grada Zagreba, Ing. Juraj Mihajlov, Zagreb 350

Udružene električne centrale, Ing. Vinko Horvat, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske 354

Izgradnja i razvoj električne mreže grada Zagreba, Ing. Ladislav Padjen, Rudolf Štok, Prof. ing. Vladimir Žepić, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Ing. Josip Purec i ing. Boris Tilić, Elektra, Zagreb 357

Toplinska stanica elektrane Zagreb, Ing. Stjepan Pavljak, Elektrane, Zagreb 376

Pedeset godina razvoja potrošnje i cijena električne energije u gradu Zagrebu, Ing. Božidar Filipović, Institut za elektroprivredu u Zagrebu 379

Razvoj strukture vlastite cijene koštanja i prodaje, Daniel Feöcze, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske . 392

Investicije u elektroprivredi grada Zagreba od 1907. do 1957., Jakov Bezerić, Elektra, Zagreb 395

Kratak prikaz sadržaja bilance GEC i njenih priloga kroz 50 godina, Ante Kršulović, Elektrane, Zagreb 397

Uloga radnoga kolektiva u elektroprivredi grada Zagreba od 1907. do 1957., Ernest Radetić, Institut za elektroprivredu, Đuro Mlinarić, Elektrane, Tomo Tisaj, Elektra, Zagreb 399

Organizacija i organi upravljanja poduzeća Elektra, Ante Lučev, Elektra, Zagreb 413

Sadašnja organizacija poduzeća Elektrane Zagreb, Ante Kršulović, Elektrana, Zagreb 415

Od nekadašnje GEC do današnje suvremene organizacije elektroprivrede u Zagrebu, Ernest Radetić, Institut za elektroprivredu, Zagreb 417

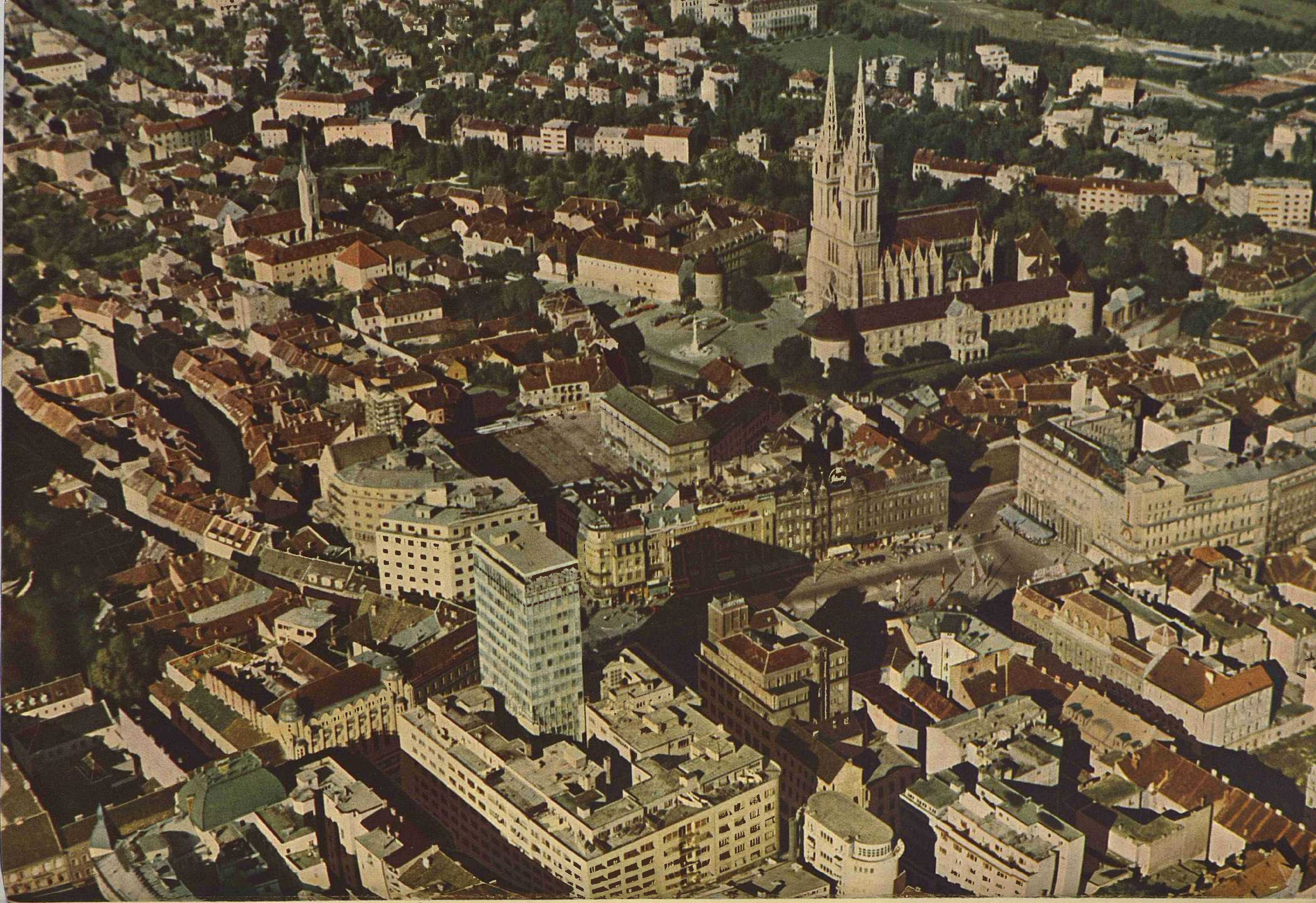
Perspektive budućeg korištenja postrojenja stare »Elektrane« Zagreb, Stjepan Šercl, Elektrana, Zagreb 422

Prikaz projekta toplane u Zagrebu, Ing. Juraj Mihajlov, Zagreb 427

Razvoj mreže grada Zagreba u budućnosti, Ing. Mladen Dokmanić, suradnik Instituta za elektroprivredu, Zagreb 434

Neki značajni datumi iz zagrebačke elektroprivrede, E. R. . 441

Statistika za mjesec lipanj i srpanj 1958. 443



ZAGREB kao glavni grad i brojčano najjače središte Hrvata bio je uvijek na čelu svakog naprednog pokreta, kako na političkom tako i na kulturnom i na privrednom polju.

Izgradnja prve elektrane u Zagrebu prije 50 godina značila je prekretnicu i odlučan korak naprijed u suvremeniji život ne samo glavnoga grada, nego i čitave zemlje.

O tome, kakovo je bilo značenje toga događaja za sam grad dat će najbolju sliku prikazi naših elektroprivrednih stručnjaka u daljnjem tekstu ovog jubilarnog broja.

Iz tih prikaza ne samo što ćemo razabrati osnovne elemente, koji su doprinijeli da je Zagreb sa svojih 70 tisuća stanovnika, pretežno činovničkog, trgovačkog i obrtničkog značaja, narastao u grad od 600 tisuća stanovnika i postao najjači industrijski grad na Balkanu — nego ćemo uočiti i ono, što grad treba još stvoriti na elektroprivrednom području, u najskorijoj budućnosti.

JER SAMO SNAŽNA I BESPRIJEKORNA OPSKRBA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM, TOM PRIMARNOM POKRETNOM SNAGOM SVAKE INDUSTRIJE, MOŽE UNAPRIJEDITI I OSIGURATI TRAJNI PROSPERITET NAŠEGA GRADA I NJEGOVE PRIVREDE, A TIME I VISOKI ŽIVOTNI STANDARD NJEGOVIH STANOVNIKA.

Glavna je stoga dužnost svih nas, da uložimo krajnje napore u izgradnju elektroprivrednih izvora, te u proširenje i usavršenje elektroprivrednih postrojenja.

Od oslobođenja do danas učinjeno je na tom području veoma mnogo. Izgrađen je niz velikih elektrana, kao što su hidroelektrana *Nikola Tesla* u Vinodolu, hidroelektrana Ozalj II, hidroelektrana Gojak i termoelektrana u Konjščini; čitavom zemljom provedena je visokonaponska prijenosna mreža, koja prije rata nije uopće postojala; električna energija dovedena je i u najzabitnije krajeve; konačno je ove godine započeta i izgradnja nove toplane u Zagrebu, koja će sa svojih 72.000 kW biti jedan od najznačajnijih objekata te vrste u našoj zemlji i potpuno osigurati opskrbu grada električnom i toplinskom energijom.

Usprkos svim tim naporima izgradnja gradske razdjelne i rasvjetne mreže veoma je zaostala za općom proizvodnjom u gradu tako da je to jedno od glavnih pitanja, kojemu će se u narednom razdoblju morati posvetiti puna pažnja. Nema sumnje da je to sastavni dio borbe za podizanje životnih uvjeta radnih ljudi naše zemlje, u kojem su smjeru upereni svi napori naše socijalističke društvene zajednice.

Uvjeren sam, da će radnici, tehničari i inženjeri elektroprivrede Zagreba, obogaćeni plodovima koji rezultiraju iz iskustva pedesetgodišnje borbe na tom području, opravdati povjerenje radnih ljudi našega grada, te i nadalje doprinositi svoj dio za njegov procvat, za podizanjje njegove industrije i za bolji život građana grada Zagreba.

Predsjednik Narodnog odbora grada Zagreba

ULOGA ELEKTROPRIVREDE U RAZVOJU GRADA ZAGREBA

Ing. Božidar Ribić, Glavni elektroenergetski inspektor NRH, Zagreb **621.311.1 (Zagreb) »71«**

Autor donosi prikaz uloge, koju je u razvoju grada Zagreba odigrala kako sama elektrana tako i elektroprivreda uopće. Navodi niz velikih industrija i komunalnih poduzeća, koja svoj razvoj i značaj zahvaljuju osiguranoj dobavi električne energije, a naročito ističe veliki opseg njene primjene u domaćinstvima i njezinu socijalnu važnost u životu radnoga svijeta.

Kada je prije pedeset godina proradila Gradska električna centrala u Zagrebu, bio je Zagreb skroman grad od oko 70.000 stanovnika, koje su sačinjavali većinom činovnici, obrtnici i sitni trgovci, a industrijska djelatnost u Zagrebu nije imala veći značaj.

Danas je Zagreb u svakom pogledu moderan grad sa oko 450.000 stanovnika, koji je ne samo jak kulturan i privredan centar NR Hrvatske, već i najjači industrijski centar Jugoslavije. Godine 1956. iznosio je bruto produkt industrijske proizvodnje u Zagrebu 136 milijardi danara.

Zagreb ima vrlo povoljan geografski položaj. Leži donekle na raskrsnici srednje, južne i istočne Evrope. Grad se je smjestio na krajnjim obroncima Zagrebačke gore, a sa južne strane njegovim područjem protječe rijeka Sava. Zagreb ima umjerenu klimu ne samo s obzirom na svoju geografsku širinu, već i s obzirom na Zagrebačku goru, koja ga brani od sjevernih vjetrova.

Povoljni geografski uslovi uz historijske, političke i druge komponente vršili su jak utjecaj na brz razvoj grada Zagreba, ali nema sumnje, da je naročito u privrednom pogledu električna energija doprinijela bitan udio tom razvoju. Električna energija proizvela je u životu civiliziranog čovječanstva duboke promjene, koje se napose ističu u životu velikih gradova.

Moderna elektrotehnika stvorila je svojom savršenom i elastičnom razdiobom električne energije uslove za proizvodnju dobara, te za viši standard i razne životne udobnosti. Bitna značajka električne energije je u tome, da se prenosi bez teškoća na mjesto upotrebe i da se na licu mjesta može pretvoriti u onaj oblik energije, kakav je upravo potreban.

Prva šira primjena električne energije u gradu Zagrebu manifestirala se je na polju javne rasvjete. Danas je grad Zagreb osvijetljen sa blizu 10.000 javnih rasvjetnih mjesta, od kojih imade nekoliko stotina modernih fluorescentnih svjetiljaka. Gradski život zamro bi noću bez javne rasvjete, čiju lijepu sliku upotpunjuje u centrumu grada šarena reklamna rasvjeta, kao i rasvjeta prozora na kućama. Dobra umjetna rasvjeta nije samo neophodna kulturna potreba na ulici i u domovima nego je simbol života i važan faktor u proizvodnji dobara. Raznim opažanjima i mjerenjima utvrđeno je, da vid nadzire oko 87% radnih pokreta. Zavod za naučna ispitivanja u Londonu ustanovio je među ostalim, raznim praktičnim ispitivanjima u tiskarama, da slagari kod umjetne rasvjete od 300 luxa mogu složiti isti broj slova kao kod potpunog dnevnog svijetla, a da kod 20 luxa mogu obaviti samo 72% posla, koji obavljaju kod dobre dnevne rasvjete. Ovi primjeri dovoljno ilustriraju ulogu, koju je vršila i vrši električna rasvjeta ne samo u ukrašivanju vanjske slike grada, u vanjskim manifestacijama njegovog života, u udobnostima njegovih stanovnika, nego i u produktivnosti njegovih radnika, jer omogućuje i kod umjetne rasvjete gotovo ekvivalentan rad kao i pri dnevnom osvjetljenju.

Primjena električne energije u motornom pogonu sastojala se je prije 50 godina u Zagrebu u elektrifikaciji pogona vodovodnih sisaljki sa ukupnom snagom od svega 100 KS. Danas se priključna vrijednost potrošača u Zagrebu cijeni na više od 200.000 kW, a samo veliki industrijski potrošači — takozvani ugovorni potrošači — troše godišnje preko 100 milijuna kilovatsati električne energije. Interesantno je napomenuti još i to, da su danas već u obrtničkim radionicama instalirana električna trošila kapaciteta od preko 23.000 kW.

Zagreb ima danas 126 industrijskih poduzeća, pa je po broju zaposlenih radnika kao i po vrijednosti bruto produkta najjači industrijski centar države. Nema sumnje, da je takovom razvoju industrijske proizvodnje upravo na području grada Zagreba, pogodovala sama izgradnja vlastite električne centrale, na osnovu koje se razvila tehnički i ekonomski napredna elektroprivreda. Ova elektroprivreda prešla je već prije minulog rata gradske međe, a poslije rata povezivala se je sve više sa drugim energetskim izvorima i danas je potpuno uključena u elektroenergetsku mrežu cijele Jugoslavije, koja treba da joj garantira sigurnu dobavu dovoljnih količina električne energije uz cijene uskladjene s uslovima racionalne industrijske proizvodnje.

Industrija grada Zagreba imala je kroz punih pedeset godina mogućnost da se razvije i koristi velike prednosti elektromotornog pogona kao što su:

1. specifično najniži mogući troškovi uz razmjerno mali prostor za smještaj motora, te jednostavan i jeftin dovod energije,
2. visok stepen djelovanja elektromotora i mogućnost njihovog povremenog preopterećenja,
3. jednostavno pokretanje, reguliranje i održavanje,
4. točna pogonska kontrola pomoću jednostavnih instrumenata,
5. čist, zdrav i miran pogon.

Ako ocijenimo ekvivalent čovječjeg rada sa ca 180 kWh godišnje, onda si približno možemo predočiti sliku proizvodnosti, koju elektromotori i razna druga električna trošila predstavljaju u Zagrebu sa utroškom električne energije od preko 200 milijuna kWh godišnje. Radi ilustracije interesantno je navesti nekoliko primjera, iz kojih se vidi, koji udio električne energije je sadržan u pojedinim proizvodima naše industrije. Po jedinici proizvoda troši se po prilici u kilovatsatima za: 1 kg kruha 0,2 kWh, 1 kg čokolade 0,3 kWh, 1 m sukna 2,7 kWh, 1 m umjetne svile 0,6 kWh, 1 par cipela 0,7 kWh, 1 tona cementa 100 kWh, 1 kg alkohola 1,2 kWh, 1 kg čeličnog lijeva 0,8 kWh i t. d.

Međutim ni ilustracija električne energije kao kapitalnog proizvodnog faktora u industriji ne prikazuje dovoljno ulogu koju je električna energija odigrala u formiranju Zagreba kao najvažnijeg industrijskog centra države.

Zagrebačka industrija je u pretežnom dijelu prerađivačka, u kojoj razmjerno mali udjeli električne energije proizvode velike vrijednosti. To je razumljivo i s obzirom na to, što je zagrebačka električna centrala bila izgrađena kao termocentrala i to u centru konzuma, a ne na energetskom izvoru. Prema tome na njezinom području nije došlo, a ne će ni u buduće doći, do osnivanja elektrokemijske i elektrometalurške industrije, koje kao intenzivni potrošači električne energije troše vrlo velike količine te energije po jedinici proizvoda.

Elektroprivreda grada Zagreba pripomogla je među ostalim da je iz predratnih zametaka poslije oslobođenja osnovano na njezinom području najznačajnije elektroindustrijsko poduzeće u zemlji, koje je već i van granica Jugoslavije steklo svoje ime. Tvornica Rade Končar zaposluje već oko 4.500 radnika, a u elektrifikaciji zemlje ima najjači udio, pa se očekuje da će od svih generatora ugrađenih u jugoslavenske hidroelektrane krajem godine 1958. njezin udio iznositi oko 67% (725 MW), a u termoelektranama oko 15% (90 MW). Njezin je udio znatan i u ostaloj električnoj opremi, a naročito u transformatorima.

U kategoriju industrijskih potrošača ubrajaju se i dva najvažnija poduzeća komunalne djelatnosti, a to su gradski vodovod i tramvaj. Oba ova poduzeća jaki su potrošači električne energije do blizu 10 milijuna kWh godišnje svako. Značaj ovih poduzeća za egzistenciju žitelja grada Zagreba ne treba dokazivati, a njihov razvoj i pogon ne može se zamisliti bez sigurne dobave dovoljnih količina električne energije.

Elektrotoplina za metalurške i elektroliza za kemijske potrebe su najmlađe primjene električne energije u industriji, no ova vrst primjene s obzirom na pretežno prerađivački karakter zagrebačke industrije dolazi tek u manjoj mjeri u obzir.

Elektromotor je omogućio i zagrebačkim obrtnicima, da svoje radionice mehaniziraju i da time na mnogim područjima rada sačuvaju ekonomsku opravdanost svog djelovanja.

Blagodati električne energije pristupačne su danas u gradu Zagrebu svim slojevima naroda. U domaćinstvima nalazi električna energija široko područje primjene u pogledu rasvjete, motornog pogona i elektrotopline. Od stepena njezine primjene zavisi udobnost domova i olakšanje rada domaćica.

Opseg primjene električne energije u domaćinstvima ilustriraju najbolje podaci o prodaji pojedinih električnih aparata u trgovačkoj mreži Hrvatske, a od kojih je najveći dio (oko 65%) plasiran na području grada Zagreba. Tako je na pr. u god. 1957. prodano: 6.500 usisača prašine, 6.200 električnih štednjaka, 3.000 električnih strojeva za pranje i 2.000 električnih hladnjaka. U pitanju je još i veliki broj drugih električnih aparata, a napose grijalica, radioaparata i u novije vrijeme televizijskih aparata. Klimatski uređaji, koji su u velikoj upotrebi naročito u Americi, nisu još prodrli u naša domaćinstva.

Dosadašnji opseg primjene električne energije u domaćinstvima zagrebačkih građana stvorio je već takav nivo životnih uslova, da ga ne možemo ni u mislima pravilno usporediti s kulturom stanovanja, kakova je postojala prije pedeset godina, kada građani grada Zagreba nisu još mogli da koriste blagodati električne energije uopće, odnosno prvih godina iza izgradnje električne centrale bar ne u onoj mjeri, u kojoj je to danas moguće. U prvoj poslovnoj godini iza stavljanja u pogon novoizgrađene električne centrale iznosio je specifični potrošak električne energije po stanovniku oko 30 kWh, a danas on (za sve potrošnje) iznosi preko 500 kWh odnosno 1.400 kWh po domaćinstvu. Očekuje se prema sadanjem prirastu stanovništva s jedne strane, a po porastu specifičnog i apsolutnog potroška električne energije s druge strane, da će u roku od 25 godina potrošak električne energije u gradu Zagrebu premašiti brojku od 1.000 kWh po stanovniku, pa će se time Zagreb približiti nivou potroška u intenzivnije elektrificiranim zemljama.

Pogrešno je mišljenje, da šira primjena električne energije u domaćinstvima — osim rasvjete — ide u područje luksusa. Granicu ekonomske opravdanosti šire primjene električne energije u domaćinstvima određuju: stepen elektrifikacije, proizvodni troškovi električne energije i električnih domaćinskih aparata te cijena vrijednosti radne snage domaćica. Ukoliko su naprijed navedeni uslovi povoljniji, to je opravdanija intenzivna elektrifikacija domaćinstava. Za ilustraciju socijalne važnosti primjene električne energije u domaćinstvima može se napomenuti, da na pr. u Švicarskoj 84% elektrificiranih kuhinja otpada na radni svijet (radnike, namještenike i seljake).

Napomenuti treba na kraju još i ulogu električne energije, koju je ona vršila i vrši u Zagrebu i u službi nauke, medicine, telekomunikacije kao i na svim drugim područjima, na kojima je njezina primjena neophodna ili bar korisna.

Ovim kratkim pregledom nije iscrpljena uloga, koju je elektroprivreda imala, odnosno ima još uvijek, u razvoju grada Zagreba.

Grad Zagreb uložio je u prvu izgradnju gradske električne centrale i njezine mreže potrebna sredstva, ali je sve do nedavno ulagao vrlo malo sredstava u daljnju izgradnju elektroenergetskih postrojenja na svom području. Dok je elektroprivreda grada Zagreba između dva rata vodila tarifnu politiku i raspolagala vlastitim prihodima, ona je sama financirala svoju izgradnju, štoviše ona je plaćala gradskoj općini doprinose u vidu odštete za uporabu javnih puteva i zemljišta godišnje do 15 milijuna dinara. U toku minulog rata i prvih godina iza rata uslijed nedostataka sredstava zanemaren je razvoj mreže grada Zagreba, pa je Narodni odbor grada Zagreba pravilno ocjenjujući teške posljedice, koje bi mogle nastati za privredu grada Zagreba zbog zaostalosti električne mreže, žrtvovao znatne iznose tokom godine 1957., da se isprave najhitniji nedostaci, a predviđa se i daljnje financiranje planske obnove i izgradnje mreže u skladu sa stvarnim potrebama.

Premda u okvir ovog prikaza ne ulazi uloga, koju je elektroprivreda grada Zagreba odigrala u razvoju elektrifikacije zemlje, treba ipak napomenuti da je

nekadašnja gradska električna centrala odgojila odlične elektroprivredne kadrove, koji su u prvim godinama iza oslobođenja odigrali vidnu ulogu u izgrađivanju jugoslavenske elektroprivrede. Osim toga poneki stručnjaci iz bivše električne centrale dali su svoj značajan doprinos kod organiziranja i u radu osam elektroprivrednih ustanova i poduzeća, koja su u Zagrebu osnovana nakon oslobođenja s ciljem da vrše specijalne elektroprivredne zadatke.

Daljnji razvoj ići će vjerojatno još bržim tempom. Elektroprivreda grada Zagreba treba da zadovolji uvijek nove i veće zahtjeve privrednog, javnog i privatnog života na svom distributivnom području. U izvršenju ovih zadataka uz daljnju izgradnju elektroenergetskih postrojenja pripast će značajna uloga i novoj Toplani Zagreb. Izgradnjom Toplane Zagreb proširuje elektroprivreda grada Zagreba svoje zadatke, jer će osim neophodnog osiguranja potrebnih količina električne energije, odnosno opskrbe svojih potrošača sigurnom energijom, preuzeti na sebe i brigu za snabdijevanje svojih potrošača, a napose industrije jeftinijom toplinskom energijom, što će ne samo imati odraza u ekonomičnosti pogona tih industrija već i u boljim higijenskim uslovima grada.

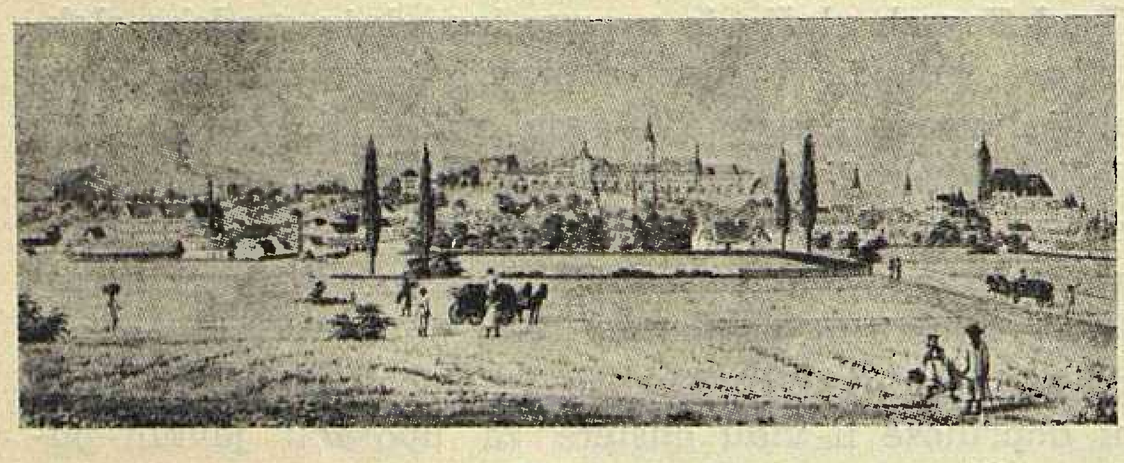
PREDRADNJE ZA IZGRADNJU ELEKTRANE U ZAGREBU

Ing. Vlatko Dabac, Institut za elektroprivredu, Zagreb

621.311.22:33

Autor ukratko iznosi političke i gospodarske prilike u Zagrebu koncem prošlog i početkom ovog stoljeća, koje su uvjetovale izgradnju elektrane u gradu i time ubrzale njegovu modernizaciju i industrijalizaciju. Zagreb je bio glavni grad jedne austrougarske zemlje, preko kojega je morala prijeći Ugarska na svom putu na Jadran, a Austrija na svom prodiranju u Bosnu. Interesi jednog i drugog od tih u Austro-Ugarskoj vladajućih naroda djelovali su indirektno na procvat Zagreba.

U drugoj polovici prošlog stoljeća položeni su temelji modernog Zagreba. Nakon revolucije 1848. počele su u Hrvatsku, usprkos smetnjama i jakom konzervativizmu, prodirati nove ideje i misli, koje su nikle u francuskoj revoluciji. U vezi s tim dolazile su i tekovine novog tehničkog vremena, pomalo i u malom mjerilu, ali sigurno. Zagreb je bio ulazno mjesto za te novotarije, jer je bio glavni grad, doduše malog naroda, ali ipak glavni grad. Tu je bilo ne samo sjedište vlade i raznih kulturnih ustanova, koje su iza sebe već imale tradiciju, nego i sjecište puteva i središte trgovine. Tu su se osim toga ukrštavali interesi Mađarske, koja je težila Jadranskom moru i Austrije, koja je htjela u Bosnu. Iako ni jednoj ni drugoj vladajućoj naciji, ni



Zagreb godine 1860.

Mađarima ni Austrijancima, nije bilo mnogo stalo do napretka Hrvatske, ipak su se zbog vlastitih interesa morali brinuti za saobraćaj, barem onakav, kakav je njima odgovarao. Tako je Zagreb 1862. dobio prvi željeznički spoj preko tadanje južne željeznice s Bečom na sjeveru, Ljubljanom i Trstom na zapadu i Siskom na jugu. To je bila prekretnica u životu Zagreba. S jedne strane stvarne potrebe, iako onda još malog grada od 18.000 stanovnika, a s druge želja, da ne zaostane za drugima, poticala je i zagrebačke gradske oce na sve bolje uređenje grada. Već godine 1863. izgrađena je plinara, željeznička veza s Karlovcem 1865., s Žakanjem i Peštom 1870., s Rijekom preko Karlovca 1873. Vodovod je proradio 1878., željeznička veza s Varaždinom 1885., prvi telefon 1887., tramvaj — s konjskom vučom — 1891., a sistematska izgradnja kanalizacije počela je godine 1893.

Prijelaz u novo stoljeće Zagreb je dočekao pripravan za svoj dalnji razvoj i ulogu, koju će kasnije odigrati u industrijalizaciji naše zemlje. Tada su već jasno bile izražene njegove konture u kojima je onda i konačno izgrađen prije prvog svjetskog rata. S brda, na kojemu je stoljećima bio zaštićen od tuđih najezda i siguran od poplava, naglo se spustio u ravnicu i uglavnom obilježio svoje granice Ljubljanskom ulicom na zapadu, Draškovićevom na istoku i željezničkom prugom na jugu. Na sjeveru granice nisu bile jasno izražene, jer se tu naselje raštrkalo po obroncima, dok je na jugu iza željezničke pruge nastalo prvo zagrebačko predgrađe Trnje. Današnja Trešnjevka i Pešćenica ostat će još dosta dugo vremena, sve do 1920., polja i oranice. U tim svojim granicama Zagreb je već prvih godina ovoga stoljeća imao sve atribute dobro uređenog savremenog grada: sjedište vlasti, kazalište, sveučilište — iako nepotpuno, akademiju znanosti, srednje i stručne škole, muzeje, knjižnice i niz drugih kulturnih ustanova, vodovod, plinaru i kanalizaciju, mnogo lijepih parkova i za ono vrijeme savremene ceste i asfaltirane pločnike.

Gradsko zastupstvo trudilo se na sve načine, da pospješi napredak, što nije uvijek bilo lako u gradu s neznatnom industrijom, koji je često bio u opoziciji prema vladi. Ipak, uspijevalo je da se izvrše pothvati velikih razmjera i za današnje pojmove: 1896. preložen je potok Medvešćak troškom od 1,17 milijuna kruna*,

*) grubo zbog orijentacije može se uzeti 1 kruna = 300 dinara

za kanalizaciju je utrošeno od 1888. do 1903. ukupno 1,75 milijuna kruna, a u istom periodu otkupljeno je zemljišta kao rezerve bez određene namjene u vrijednosti od 1,6 milijuna kruna. Da su to bili ogromni iznosi, vidi se po tom, što su gradski porezi oko 1905. iznosili nešto preko 2 milijuna kruna godišnje, a u tom se iznosu po prilici kretao i redoviti gradski proračun. Osim toga grad je u to vrijeme gradio nove ceste, škole, kasarne, stavljao na raspolaganje zemljište za bolnicu, za sveučilišnu knjižnicu i za razne druge svrhe, osnovao ured za posredovanje rada, uredio konačište, organizirao gradsku aprovizaciju kao ustuk privatnim trgovcima, osnovao gradsku knjižnicu i gradski muzej, davao pomoći za razne kulturne svrhe u Hrvatskoj i Dalmaciji i t. d.

Ipak su neke teškoće osobito tištile grad: potrošak vode i plina neprestano je rastao u takvom mjerilu, da ga uređaji nisu više mogli podmirivati, pa je trebalo provesti znatna proširenja i rekonstrukcije. Konjski tramvaj nije bio dorastao suvremenim potrebama, a bio je i u privatnim rukama, što gradu nije odgovaralo, jer koncesionari nisu gradili nove pruge po obvezi iz ugovora. Konačno uprava grada je znala, da se napredak i blagostanje može postići samo izgradnjom znatne industrije. Za tu svrhu davalo se zemljište industriji besplatno, uz neke obveze, a osim toga davale bi se i druge povlastice, na pr. jeftinija voda i plin na određeni broj godina.

Plinara je bila vrlo opterećena i građanstvo je bilo nezadovoljno njenim radom i lošom rasvjetom. Međutim baš u vrijeme oko 1905.—1906. bila je prekretnica u konstrukciji plinarskih uređaja, pa je gradu odgovaralo, da novogradnju ili temeljitu rekonstrukciju odgodi na neko vrijeme, a u međuvremenu da nekako rastereti staru plinaru. — Vodovod je također trebalo neprestano proširivati, djelomično, jer se zbog niske tarife mnogo vode rasipavalo bez potrebe, a s druge strane, jer je potrošnja opravdano rasla uslijed stalnog porasta stanovništva. Kod svakog proširenja crpilišta morale su se ne samo postavljati nove veće pumpe i pogonski strojevi, nego se morala povećavati i kotlovnica, skladište ugljena i ostali pomoćni uređaji, jer je pogon bio na paru. — Napokon tramvaj je trebalo modernizirati i prilagoditi ga potrebama povećanog grada. Sve te poteškoće išle su u prilog gradnji elektrane, te jedine moderne ustanove, koju grad još nije imao. Smatralo se, da bi se samo njenom gradnjom mogle riješiti spomenute najveće teškoće u životu grada. Jer, mjesto povećanja kotlovnice za vodovod, gradit će se — doduše nešto većim troškom — nova, veća kotlovnica za elektranu. Vodovodne pumpe pregradit će se na električni pogon. Time nova elektrana dobiva ne samo stalnog, nego i vrlo pogodnog potrošača, koji ne troši struju za vrijeme vršnog opterećenja, a treba je više ljeti nego zimi, dakle upravo obratno od ostalih potrošača. Tako se postizava jednoličnije opterećenje i bolja ekonomičnost strojeva. Uvođenjem električne rasvjete na javnim mjestima i u privatnim stanovima rasteretit će se plinara, jer se za javnu rasvjetu troši 18% proizvedenog plina, za privatnu 55%, a samo 24% za tehničke svrhe. Tramvaj se pak može modernizirati samo elektrifikacijom, čime uostalom elektrana dobiva daljnjeg stalnog potrošača. Povrh svega toga raspoloživa električna energija također je jedan od glavnih uvjeta, koji može privući industriju.

Eto tako je prvih godina ovog stoljeća situacija u Zagrebu bila potpuno drukčija nego 1892., kad se grad nije mogao odlučiti za gradnju hidroelektrane od 6600 KS na Plitvičkim jezerima po prijedlogu Nikole Tesle. Prilike su sada bile zrele za gradnju elektrane, pa u siječnju 1905. izabrani električni odbor raspisuje u bečkim i berlinskim stručnim listovima natječaj za gradnju elektrane.

Današnji Trg Republike godine 1907.

Na osnovu tog poziva stiglo je nekoliko ponuda s raznim rješenjima, no najviše njih predviđalo je gradnju hidroelektrane na raznim mjestima: na Kupi kod Ozlja i na Savi kod Zagreba i kod Krškoga. Neki su predlagali gradnju toplinske elektrane u Zagrebu. Sam gradski stručnjak bio je pristaša hidroelektrane na Kupi kod Ozlja. S njegovim mišljenjem suglasili su se i odbori, a na njihov prijedlog i gradsko zastupstvo. Ta se gradnja međutim izjalovila ne samo zbog energičnog protivljenja grada Karlovca, nego i pretjeranih zahtjeva seljaka s hrvatske strane. Zanimljivo je, da susjedni slovenski seljaci nisu pravili neprilike, iako bi i njihova zemljišta zbog uspora na brani djelomično bila poplavljena. Grad Karlovac želio je iz razumljivih razloga imati svoju vlastitu elektranu. Bilo je tu možda i malo ljubomore do nedavna najbogatijeg hrvatskog grada, koji je financirao ilirski pokret i ekonomski mnogo izgubio u prvo vrijeme nakon izgradnje željeznice kao dotadanje glavno prometno raskršće između mora i kopnene Hrvatske. (Vlastita elektrana u Ozlju osigurala je Karlovcu kasnije čvrste pozicije u industrijalizaciji Hrvatske, naročito nakon prvog svjetskog rata). Dne 22. VII. 1906. županijska oblast odbila je molbu grada Zagreba za gradnju ozaljske centrale. Zagreb je tu odluku prihvatio bez prigovora, jer stanje plinare i vodovoda nije dozvoljavalo, da se gubi na vremenu i nametalo je ono tehničko rješenje, koje se može ostvariti u što kraćem roku.

Gradsko zastupstvo je stoga dne 29. 8. 1906. odobrilo prijedloge svojih odbora, da se izgradi toplinska elektrana na zemljištu vodovodnog crpilišta, da se proširi vodovod i pregradi na električni pogon sve s troškom od cca 1,2 milijuna kruna iz zajma od 1,3 milijuna

kruna, koji treba u tu svrhu podići. Zaključeno je, da se odmah izrade osnove zgrada i njihovom gradnjom počne već 1906. U međuvremenu električni odbor je zatražio detaljne ponude od nekih poduzeća i na osnovu tih ponuda skupština je zaključila, da se nabave:

a) strojevi za elektranu i vodovod: *Praška tvornica strojeva* u Pragu;
b) kabeli: *Felten & Guilleaume* u Budimpešti;
c) električni uređaj elektrane i vodovoda: *Ganz* u Budimpešti.

Gradsko poglavarstvo bilo je ovlašteno, da sklopi ugovore uz uvjet, da vlada potvrdi zaključak zastupstva, a ministarstvo trgovine u Budimpešti izda gradu koncesiju za polaganje kabela. Bilo je određeno, da elektrana treba proraditi dne 1. 8. 1907. Gradsko poglavarstvo izradilo je nacrte za zgrade i dalo ih na osnovu natječaja u rad domaćim poduzetnicima. Gradnja elektrane počela je 18. 2. 1907., no brzo je zapela zbog štrajka zidara, te je bila dovršena tek u mjesecu rujnu. Polaganje kabela dovršeno je 17. 10. 1907.

U međuvremenu je počeo raditi dne 1. 1. 1907. instalacioni ured elektrane, te je izradio već prve godine instalacija za cca 180 000 K i javnu rasvjetu u središtu grada, na Zrinjevcu i ostalim parkovima do kolodvora, Trgu Republike, Ilici i Frankopanskoj ulici.

Gradska skuština odredila je i prve cijene električne energije i to za:

rasvjetu sa 1,20 kruna/kWh, za motore sa 0,25 kruna/kWh za pogon bez ograničenja.

Dne 10. 4. 1907. prihvaćen je statut za gradska poduzeća vodovod, elektranu i plinaru, zatim je izabran upravni odbor tih poduzeća i imenovan prvi privremeni upravitelj ing. Rudolf Vrbanić. Tako su početkom mjeseca studenoga sve gradnje i montaže bile dovršene, pa je konačno dne 5. 11. 1907. oko 18 sati i 30 minuta u žaruljama javne rasvjete prvi put zasjalo električno svijetlo iz nove centrale na veliku radost svih građana. Dva dana kasnije počela se upotrebljavati električna energija i na drugim potrošnim mjestima.

TEHNIČKI RAZVOJ TERMOELEKTRANE GRADA ZAGREBA

Ing. Juraj Mihajlov, Zagreb

621.311.22

Prikazan je razvoj i etapna izgradnja zagrebačke elektrane od 1907. do danas. Izneseni su osnovni tehnički podaci o svakoj od izvršenih šest etapa gradnje i proširivanja s naznakom najvažnijih građevinskih radova i opreme koja je ugrađena.

Kroz prvih 50 godina razvoja elektroprivrede grada Zagreba najvažniju je ulogu imala zagrebačka termoelektrana. Etapna izgradnja kapaciteta ove elektrane odgovara normalnom razvoju elektrifikacije gradova, no ona je osim toga bila odraz i posljedica je naglog povećanja njegovog stanovništva i potreba na električnoj energiji u kućanstvu obrtu i industriji. Da se dobije nagli potrošak električne energije od oko 30 kWh godišnje po stanovniku iz god. 1908 pa do preko 500 kilovatsati u godini 1957., pristupilo se u više mahova postepenom povećanju kapaciteta elektrane. Stoga je naročito u prvoj polovini pedesetgodišta bila jedini izvor električne energije na području grada Zagreba. Etapnoj izgradnji prve zagrebačke elektrane namijenjen je pretežni dio ovog članka, jer je nesumnjivo dosadašnji razvoj elektroprivrede grada Zagreba najviše povezan sa ovom elektranom.

Izgradnja Zagrebačke elektrane se vršila u 6 etapa i to 3 prije, a 3 poslije Prvog svjetskog rata. Osnovni elementi opreme pojedinih etapa uglavnom su odgovarali ondašnjem razvoju izgradnje energetskih postrojenja dotične veličine.

Prva etapa izgradnje u godini 1907.

Kod stavljanja u pogon godine 1907. elektrana je raspolagala ovom opremom:

3 parna vodocjevna kotla, sistema *Rautenkranz-Suk*, ogrjevne površine od 140 m², učina od oko 3 t/h kod 12 atp i 300° C, sa roštiljem za ručno posluživanje za loženje krupnim vrstama mrkog ugljena,
2 parna stroja sa kondenzacijom, proizvod *Prve praške tvornice strojeva d. d.*, prije *Ruston*, snage od 800 KS kod 12 ata, 300° C, 125 o/min, direktno spojena sa 1 generatorom trofazne struje fabrikat *Ganz*, 865 kVA, 100 A, 5000 V, 50 Hz, i
1 generatorom istosmjerne struje fabrikat *Ganz*, 200 kW, 333/243 A, 600/820 V.

Generatori trofazne struje služili su za napajanje visokonaponske gradske mreže od 5 kV, na koju su bili priključeni kako motori crpka gradskog vodovoda, tako i preko transformatora 5000/500 V srednjenaponska gradska mreža, na koju su onda bili priključeni preko kućnih transformatora 500/110/55 V pojedini rasvjetni konzumenti.

Generator istosmjerne struje napajao je s 600 V mrežu gradskog tramvaja.

Druga etapa izgradnje : proširenje u god. 1910.

Uslijed porasta konzuma, a napose u vezi sa elektrifikacijom tramvaja pokazalo se već 1910. potrebnim izvršiti prvo proširenje elektrane.

Tada su bili montirani:

2 daljnja parna kotla, istog sistema kao i prvi, ali ogrjevne površine od 190 m², učina od oko 4 t/h, kod 12 atp i 300° C, te
1 parna turbina proizvod *AEG* – Berlin, snage od 1800 KS kod 12 ata, 300° C, 3000 o/min, direktno spojena sa
1 generatorom trofazne struje od 1250 kVA, 144,5 A, 5000 V, 50 Hz odnosno 1000 kW kod $\cos \varphi = 0{,}80$ i
1 generatorom istosmjerne struje od 200 kW, 364 A, 550 V.

Treća etapa izgradnje : proširenje u god. 1914.

Uslijed dalnjeg povećanja konzuma, u 1914. pokazalo se potrebnim izvršiti daljnje proširenje elektrane, kojom su prilikom bili nabavljeni:

1 parni vodocjevni kotao fabrikat *Škoda*-Pilzen, ogrjevne površine 450 m², učina od 9 t/h kod 13 atp, 350° C sa mehaničkim roštiljem za sagorjevanje krupnih vrsti mrkog ugljena, i

1 parna kondenzaciona turbina proizvod *AEG*-Berlin, snage od 3800 KS, 12 ata, 325° C, 3000 o/min, direktno spojena sa

1 trofaznim *AEG*-generatorom od 3000 kVA, 350 A, 5000 V, 50 Hz odnosno 2400 kW kod cos $\varphi = 0{,}80$.

Treba primijetiti, da se već u ovo vrijeme u Zagrebu pomišljalo na mogućnost iskorištenja vodnih snaga rijeka Drave i Save za snabdijevanje grada Zagreba električnom energijom. Postojala su dva projekta:
Prvim projektom se predviđala izgradnja hidroelektrane na Dravi kod Varaždina uz prijenos energije u Zagreb dalekovodom od 50 kV.
Prema drugom projektu trebalo bi izgraditi hidroelektranu snage od 5000 kW kod Svete Nedjelje, uz izgradnju derivacionog kanala koji bi iskorišćavao pad Save između Žitnjaka i Podsuseda.
Međutim na kraju se ipak odlučilo za izgradnju odnosno proširenje termoelektrane u Zagrebu, s obzirom na manje investicije, koje je ovo rješenje zahtijevalo.

Četvrta etapa izgradnje : proširenje u god. 1922.

Nakon svršetka Prvog svjetskog rata grad Zagreb se počeo naglo širiti, postavši glavnim gradom Hrvatske u sklopu novo — stvorene Jugoslavije.

Uslijed toga je potrošak eleektrične energije porastao toliko, da ga elektrana više nije bila u stanju pokrivati, te je dolazilo do čestih prekida struje.

U vezi s time bili su godine 1922. naručeni, a krajem 1923. stavljeni u pogon slijedeći novi agregati:

1 strmocjevni parni kotao, fabrikat *Škoda,* ogrjevne površine od 612 m², učina od 15 t/h kod 14 atp, 350° C, sa *Pluto-stoker* roštiljem za sagorjevanje krupnih vrsta mrkog uljena,

1 parna kondenzaciona *Škoda* turbina, snage od 6800 KS, 12 atp, 350° C, 3000 o/min, direktno spojena sa

1 trofaznim generatorom, fabrikat *Siemens-Schuckert* Wien od 6250 kVA, 5500 V, 50 Hz odnosno 5000 kW kod cos $\varphi = 0{,}80$.

Peta etapa izgradnje: proširenje u godini 1926.

Dalnje naglo širenje i industrijalizacija grada Zagreba zahtijevali su ili proširenje u znatno većem opsegu, nego do sada postojeća elektrana, ili izgradnju novog energetskog izvora za potrebe grada.

U vezi s time u gradskim i inženjerskim krugovima Zagreba se vodila žestoka debata, da li da se izvrši proširenje postojeće termoelektrane ili da se izgradi nova hidroelektrana od 18000 KS na rijeci Savi kod Krškog. Za izgradnju ove hidroelektrane grad Zagreb je već dobio odgovarajuću koncesiju, dok je potrebna financijska sredstva nudila švicarska tvrtka *Motor-Columbus*. Ipak se na kraju odlučilo za proširenje termoelektrane, pa su u god. 1926. bili naručeni, a u proljeće 1928. stavljeni u pogon ovi novi elementi strojne opreme:

1 strmocjevni parni kotao, fabrikat *Škoda,* ogrjevne površine od 700 m², učina od 15/18 t/h kod 16 atp, 400° C, sa lančanim *Weck*-roštiljem za sagorjevanje sitnih vrsta mrkih ugljena,

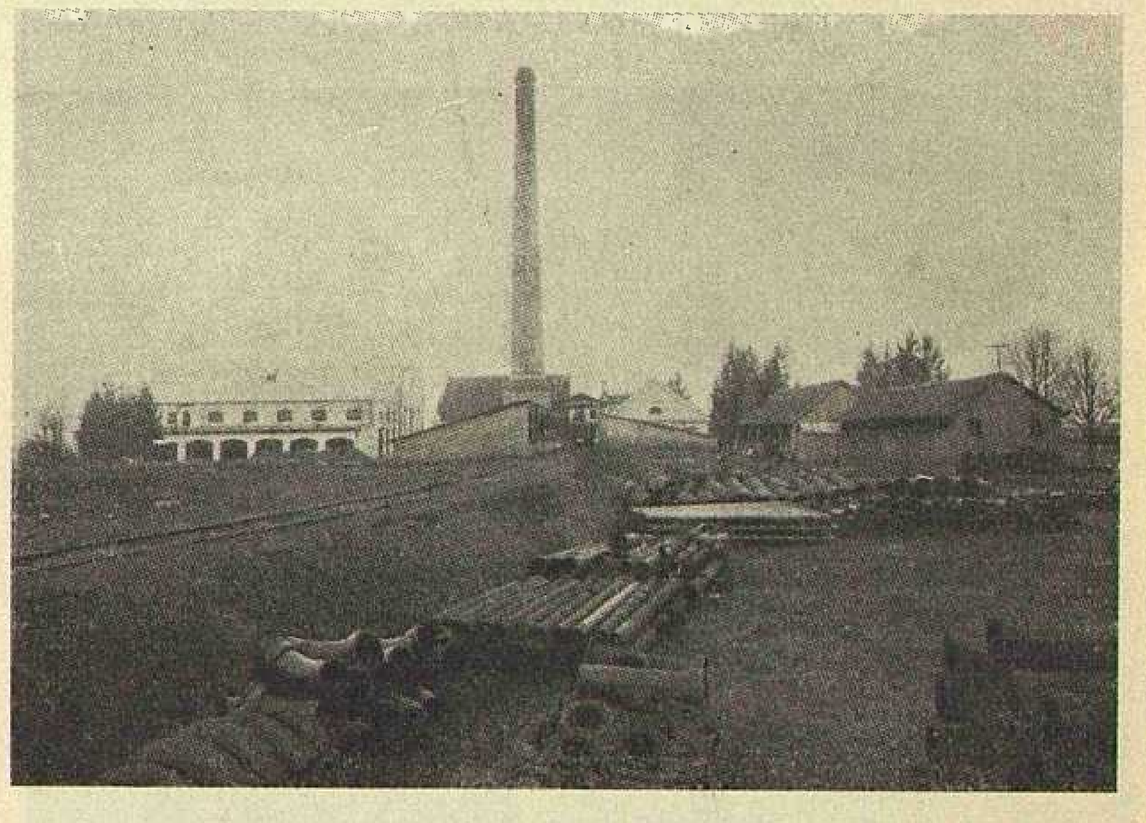
1 parni kotao istog fabrikata i sistema, ogrjevne površine od 350 m², učina od 7,5/9 t/h kod 16 atp, 400° C,

1 parna kondenzaciona *Škoda* turbina od 14.000 KS, 13 atp, 325° C, 3000 o/min, direktno spojena sa

1 trofaznim generatorom *Siemens-Schuckert* Wien od 14.000 kVA, 5500 V, 50 Hz odnosno 10000 kW kod cos $\varphi = 0{,}70$.

Znatno povećanje instaliranog učina elektrane zahtijevalo je opsežne građevinske adaptacije uz temeljitu rekonstrukciju strojnog i električnog dijela elektrane. Tako je izgrađen novi 85 m visoki dimnjak, podignut novi rashladni toranj, kapaciteta od 3600 m³/h, izgrađene su prostorije za novo 5 kV postrojenje, izvršene adaptacije prostorija za novu komandnu ploču i prošireno je skladište ugljena te su izgrađeni natkriti bunkeri.

Od adaptacija električnog dijela treba spomenuti izgradnju novog uklopnog postrojenja od 5000 V i novu komandu sa svim potrebnim aparatima za upravljanje, mjerenje i registriranje pogona elektrane i za zaštitu generatora.



Zagrebačka elektrana godine 1907.

Istovremeno u vezi sa znatnim proširenjem tramvajske mreže bila je u 1928. izgrađena u Patačićkinoj ulici nova podstanica sa 3 živina ispravljača od 500 kW, 840 A, 600 V.

Šesta etapa izgradnje: proširenje u god. 1930—1934.

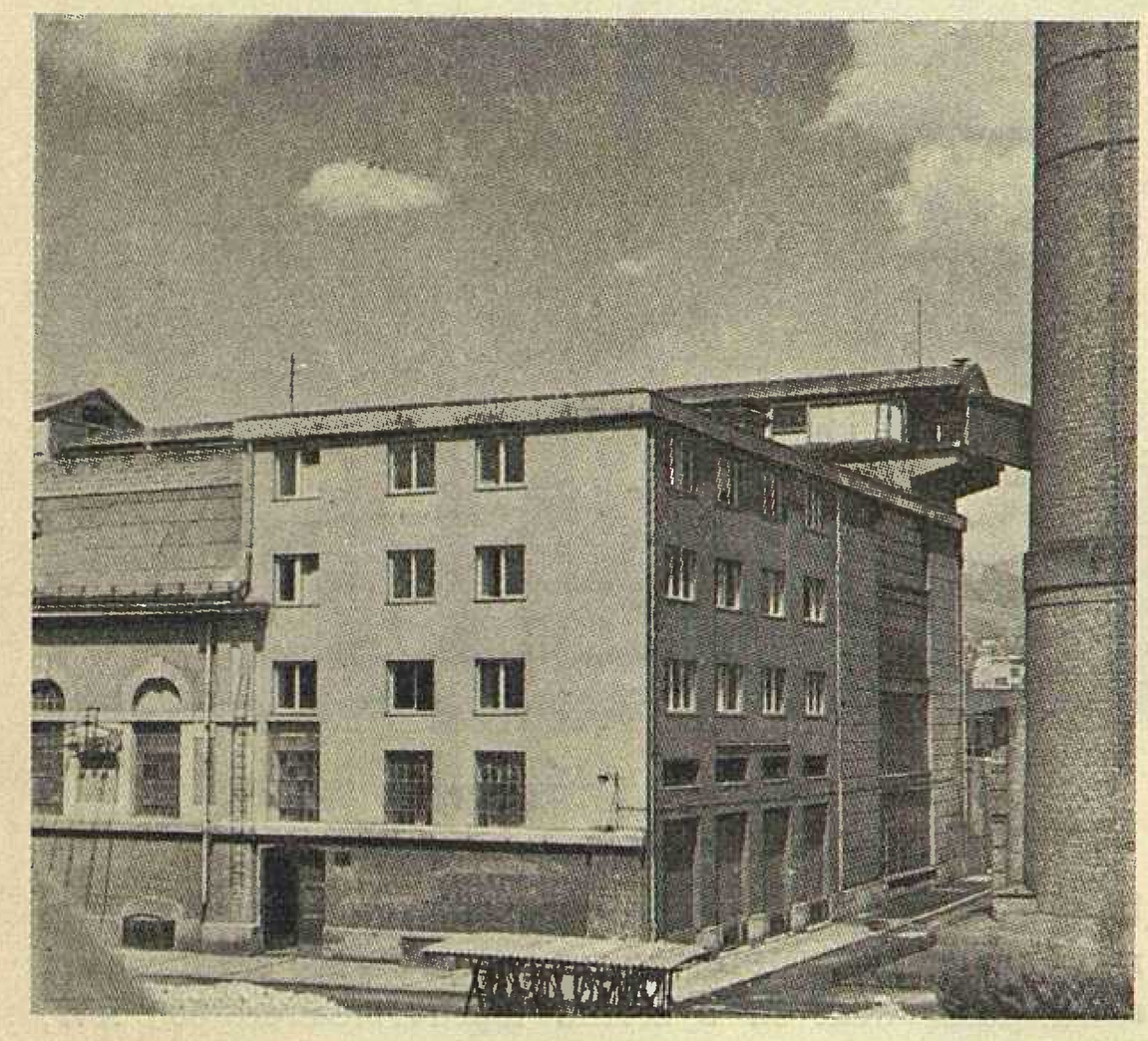
Vremensko razdoblje od 1930.—1934. bilo je bogato odlučnim događajima za daljnji razvoj elektrane.

Najprije je u proljeće 1930. bio stavljen u pogon novosagrađeni 56 km dugi, 30 kV dalekovod Zagreb—Karlovac, koji je povezivao elektranu u Zagrebu sa trafostanicom u Ilovcu kraj Karlovca, a preko nje otprije postojećim 20 kV dalekovodom sa hidroelektranom u Ozlju. Zagreb je preuzimao iz Karlovca godišnje 4—5 milijuna kWh, pretežno noćne struje uz cijenu od 0,20 Din/kWh, a dobavljao Karlovcu 1,5—2,0 milijuna kWh dopunske i vršne energije uz cijenu od 0,60 Din/kWh. Pomoću trafostanica od 30/10 kV u Jastrebarskom, Kerestincu i Vel. Gorici, koje su bile priključene na ovaj dalekovod, bilo je elektrificirano čitavo područje između Zagreba i Karlovca.

Godine 1931. predlaže uprava elektrane po svom direktoru Ing. Viskoviću, da se izgradi nova moderno opremljena termoelektrana u Banovoj Jarugi, uz iskorištenje za njezin pogon zemnog plina iz bušotina u

Bujevici i Gojlu, u I. etapi snage od 10 MW. Prema predračunu cijena plina od 8500 kcal/Nm^3 iznosila bi 0,23 Din/m^3, što odgovara cijeni od 2,7 pare za 1000 kcal, dok je cijena ugljena koji je onda trošila Zagrebačka eelektrana iznosila 4—5 para za 1000 kcal. Potrebne investicije za izgradnju ove elektrane i 90 km dugog 100 kV dalekovoda Banova Jaruga — Zagreb iznosile su 52 mil. dinara, te su mogle biti pokrivene u roku od 3—4 godine iz uštede na proizvodnim troškovima u novoplaniranoj elektrani u Bujevici prema istima u zastarjeloj elektrani u Zagrebu.

Međutim do izgradnje elektrane u Banovoj Jarugi ipak nije došlo, uslijed spretno organiziranog otpora sa strane vlasnika ugljenika — dobavljača ugljena staroj elektrani. Tako belgijsko društvo *Uritad* — vlasnik Konjšćinskih ugljenika — u zajednici sa jednim francuskim konsorcijem, stavlja ponudu, da na osnovu podijeljene koncesije preuzme dobavu električne energije za potrebe grada Zagreba iz termoelektrane, koja



Upravna zgrada u elektrani, Zagorska ulica 1 (god. 1957).

bi se izgradila na rudniku Poljanica kraj Konjšćine. Usprkos veoma jakih političkih i financijskih veza ovog društva u Beogradu, gradu Zagrebu je uspjelo oduprijeti se prihvaćanju ove ekonomski nepovoljne ponude. Ipak je *Uritadu* uspjelo u Beogradu dobiti monopol u trajanju od 25 godina na elektrifikaciju čitave ondašnje Savske banovine, izuzevši zagrebačkog područja od 25 km.

Uslijed ovog monopola, koji je bio poništen nakon 5 godina uslijed neizvršenja sa strane *Uritada* preuzetih obaveza, Zagrebačkoj elektrani bio je onemogućen daljnji rad na elektrifikaciji tako, da nije mogao biti izgrađen već trasirani dalekovod Zagreb—Koprivnica, kojim bi bila elektrificirana čitava Podravina.

Svi ovi događaji imali su veoma nepovoljan utjecaj na daljnji razvoj elektrane u Zagrebu. Od izgradnje nove elektrane na nalazištima plina ili ugljena se moralo uslijed monopola *Uritada* odustati. Isto tako nije se odlučilo za izgradnju novog odgovarajuće opremljenog visokotlačnog bloka u Zagrebu, nego se pristupilo daljnjem etapnom proširenju postojeće elektrane, iako je ovo rješenje ekonomski bilo najnepovoljnije. Da se pak zadovolje rastuće potrebe od godine 1930. do 1934. bilo je izvršeno temeljito proširenje postojeće elektrane uz skupe građevne adaptacije i kompliciranu rekonstrukciju skoro čitavog strojnog i električnog uređaja centrale. U elektrani su bili montirani:

1 strmocjevni parni kotao fabrikat *Škoda,* godina gradnje 1930., ogrjevne površine od 700 m^2, učina 23/26 t, 16 atp, 400^0 C sa stepenastim roštiljem za sagorijevanje lignita,

2 sekcionalna kotla *Prve brnjanske tvornice strojeva,* godina gradnje 1932. i 1934., ogrjevne površine od 650 m^2, učina 20/30 t/h, 16 atp, 400^0 C, sa stepenastim Seyboth-roštiljem za sagorijevanje niskokaloričnih lignita,

1 parna kondenzaciona turbina *Prve brnjanske tvornice strojeva,* godina gradnje 1934., snage od 22.600 KS, 14 atp, 375^0 C, 3000 o/min, direktno spojena sa

1 trofaznim generatorom *Siemens-Schuckert,* Wien od 20000 kVA, 5250 V, 50 Hz, odnosno 16000 kW kod cos φ = 0,80.

Veći građevinski radovi kod ovog proširenja bili su, osim podizanja krova kotlovnice i izgradnja kotlovskih bunkera za ugljen te proširenje strojarnice za novi turboagregat, izgradnja drugog 87 m visokog dimnjaka i novog rashladnog tornja, kapaciteta od 5000 m^3/h, kao i adaptacija donjih bunkera za ugljen uz izgradnju transportnih mostova za transportere ugljena.

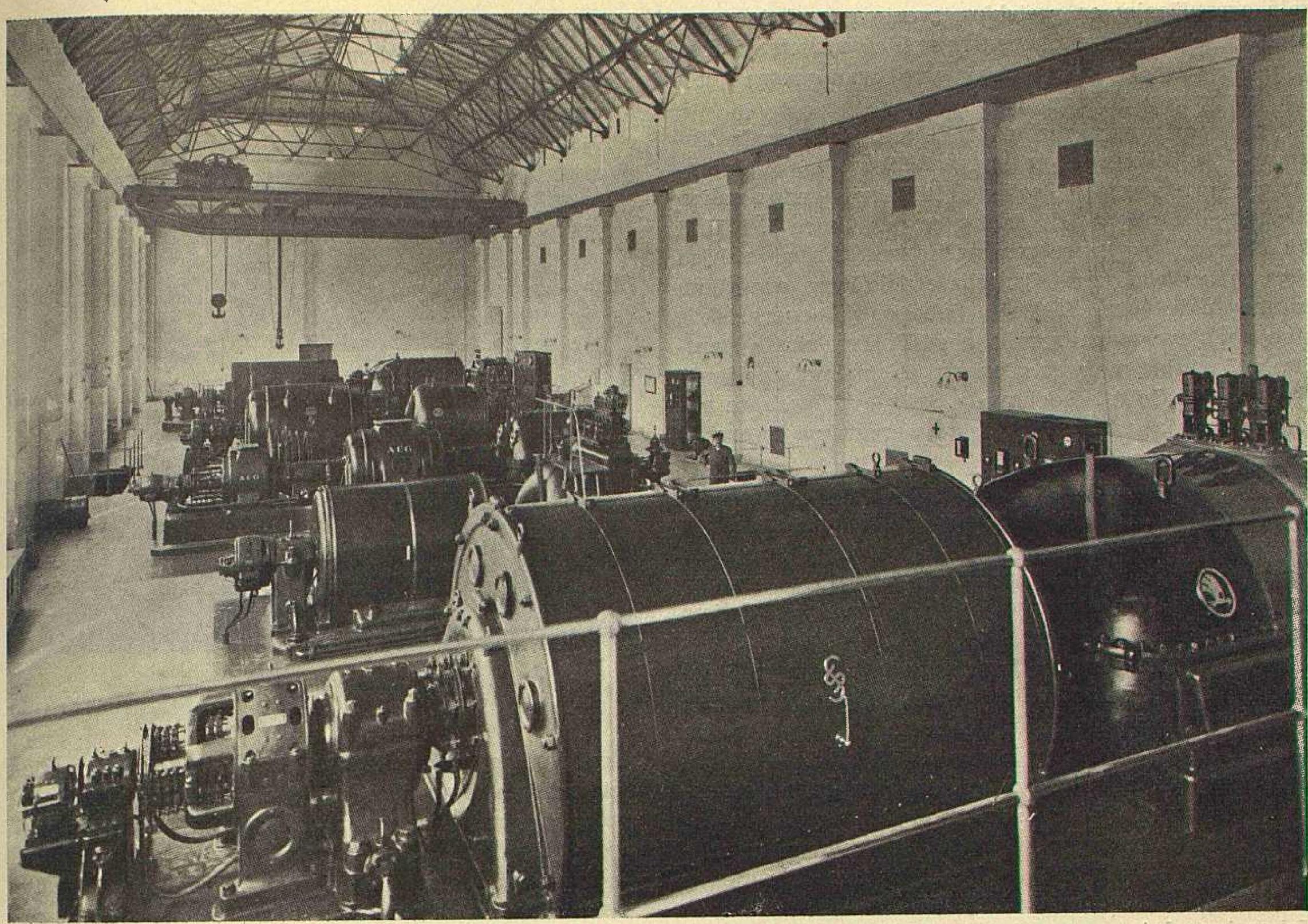
Od većih radova izvršeni na strojnom uređaju elektrane treba spomenuti izgradnju uređaja za mehanizaciju dopreme ugljena u kotlovnicu, izgradnju novog uređaja za pripremu pojne i dodatne vode, potpunu rekonstrukciju cjevovoda za paru i vodu, postavljanje kućnog turboagregata od 300 kW za osiguranje vlastite potrebe elektrane te izgradnja kemičkog laboratorija za ispitivanje ugljena, vode i ulja.

Od radova na rekostrukciji i proširenju električnog uređaja treba navesti ugradnju prigušnih svitaka u 5 kV kabelima odlazećim iz elektrane, proširenje uređaja od 5 kV za vlastite potrebe elektrane i izgradnju nove tramvajske podstanice u elektrani sa 3 živina ispravljača po 500 kW, odnosno 840 A kod 600 V.

Svi ovi radovi bili su izvršeni bez ikakvog prekida pogona elektrane, koja je bila onda jedini izvor električne energije za grad Zagreb.

Razdoblje od god. 1935. — 1945.

U ovom razdoblju Zagrebačka elektrana je izgubila rukovodeću ulogu u elektrifikaciji Hrvatske. Njezinu ulogu preuzelo je god. 1938. osnovano *Banovinsko električno poduzeće.* Ovo poduzeće započelo je sa pripremnim radovima na izgradnji HE Vinodol, koja je bila namijenjena za snabdijevanje energijom grada Zagreba, i izgradilo na području Hrvatskog Zagorja i Posavine nekoliko 30 kV dalekovoda, uz elektrifikaciju priležećih naselja, te je u god. 1943. izgradilo 100 kV dalekovod Zagreb—Rajhenburg, kojim je Zagreb bio povezan sa energetskim sistemom LR Slovenije, odakle je od onda sve više uzimao električne energije potrebne za ovo područje. Treba spomenuti, da je ideja izgradnje ovog dalekovoda nikla u stručnim



Strojarnica u Elektrani Zagreb.

krugovima Zagrebačke elektrane, ali se njezino ostvarenje iz čisto administrativnih razloga moglo izvršiti samo posredovanjem *BEP*-a.
Uloga Zagrebačke elektrane bila je onda ograničena samo na održavanje pogona uz najneophodniju zamjenu dotrajalog uređaja, te je u tom periodu bila izvršena zamjena 2 dotrajala kotla br. IV. i V. sa novima, te su bili nabavljeni:

1 strmocjevni kotao *Škoda,* godina gradnje 1939., ogrjevne površine 790 m², učina 20/30 t/h, kod 19 atp, 400° C sa stepenastim roštiljem za sagorijevanje sitnog mrkog ugljena i lignita,
1 radijacioni parni kotao fabrikat *Prve brnjanske tvornice strojeva,* koji je bio naručen u 1943. god. a dobavljen tek u 1948. g., ogrjevne površine od 550 m², učina 20/30 t/h kod 19 atp, 400° C sa kombiniranim stepenastim roštiljem za sagorijevanje niskotlačnih lignita.

Provedene kalkulacije u god. 1940. u vezi sa namjeravanom modernizacijom postojeće elektrane, ugradnjom visokotlačnih protutlačnih predturbina uz nabavu odgovarajućih visokotlačnih kotlova pokazale su, da se time uz znatne investicije ne postiže optimalno ekonomsko rješenje. Ove kalkulacije su istodobno pokazale, da bi jedino tehnički i ekonomski ispravno rješenje bila izgradnja nove elektrane — toplane na Savi u istočnom dijelu grada Zagreba, gdje je koncentriran veći dio industrijskih postrojenja — potrošača toplinske energije.
U ovo razdoblje spada period Drugog svjetskog rata, njemačke okupacije i Oslobođenja, koji je svakodnevno stavljao na osoblje elektrane veoma teške zadatke. Iako je elektrana u ovom periodu izgubila znatan broj svog osoblja, djelomično u oslobodilačkoj borbi, a djelomično za vrijeme okupacije, zaslugom čitavog kolektiva je uspjelo elektranu sačuvati od svakog razaranja tako, da je odmah nakon Oslobođenja elektrana bila u stanju ponovo preuzeti opskrbu grada Zagreba električnom energijom u nesmanjenom opsegu.

Vremenski period 1946. do 1957.

Uslijed prekida radova za vrijeme okupacije i poteškoća kod same izgradnje, HE Vinodol bila je stavljena u pogon tek u proljeće 1952.

Sve veće potrebe na elek ričnoj energiji jasno su ukazivale, da postojeća termoelektrana ne može da bude jedina elektroenergetska baza u središtu zagrebačkog konzumnog područja. Odlučeno je, da se izgradi druga termoelektrana na nalazištima zagorskih ugljena, pa tako dolazi, iako sa stanovitim zakašnjenjem, do izgradnje TE Konjšćina, čiji je prvi agregat od 14,6 MW počeo dobavljati električnu energiju u mrežu tek u proljeće 1954.

Zakašnjenje u izgradnji HE Vinodola i TE Konjšćine i nagli porast potrošnje u Zagrebu, koja je porasla od 56,8 GWh u 1939. god. na 200 GWh u 1956. god bili su uzrokom, da se 45 — 55% ovom području potrebne električne energije moralo uzimati iz energetskog sistema LR Slovenije. Budući da je LR Slovenija raspola-

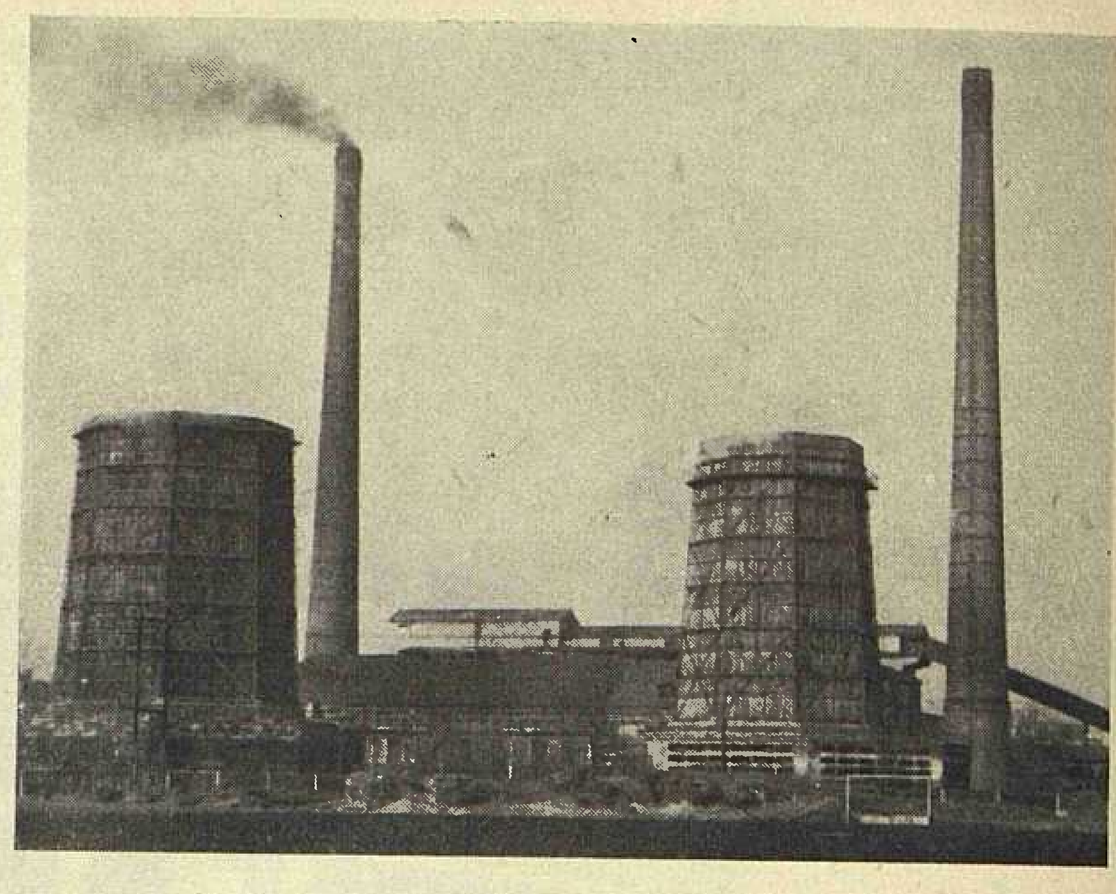
gala ograničenim energetskim izvorima, opskrba ovog područja električnom energijom vršila se čestim redukcijama i prekidima, koji su prouzrokovali znatne gubitke, naročito u industriji.

Stavljanjem u pogon zimi 1957. god. dalekovoda Zagreb — Jajce bila je omogućena dobava električne energije iz energetskog ssitema BiH, koji danas nakon stavljanja u pogon HE Jablanice, HE Jajce I. i II. i TE Kakanj, raspolaže stanovitim viškovima, uslijed čega se opskrba grada Zagreba električnom energijom znatno poboljšala. Daljnje poboljšanje energetskog stanja u sjeverozapadnom dijelu NR Hrvatske, a naročito u Zagrebu, može se očekivati tek nakon stavljanja u pogon HE Split i dalekovoda Split — Zagreb, te nakon izgradnje u Zagrebu novog energetskog izvora — — nove toplane.

Na ovaj načni omogućit će se gradu Zagrebu daljnji razvoj industrijalizacije, a domaćinstvima u ovom dijelu grada osigurat će se tehnički dotjerano i ekonomski povoljno snabdjevanje toplinskom energijom u svrhu ogrjeva i pripreme tople vode, što će pridonjeti daljem napredku grada Zagreba.

Što se tiče stare Zagrebačke elektrane, ona je još i danas, iako skromna po svojoj snazi, najsigurnija rezerva u opskrbi grada Zagreba električnom energijom. Sa svojih 5 kotlova, od kojih se većina nalazi 25 — 30 godina u neprekidnom pogonu i sa 4 turboagregata od kojih je najstariji 43 godine, a najmlađi 23 godine u pogonu, ova je elektrana još uvijek bila u stanju proizvesti u 1956. godini 94,1 GWh električne energije uz maksimalno opterećenje od 18 MW.

Nakon izgradnje nove toplane u istočnom dijelu grada, na Savi, 700 m nizvodno od Jakuševačkog mosta, staru TE Zagreb I. bi trebali pretvoriti u toplanu, iz koje bi se snabdijevao toplinskom energijom zapadni dio grada Zagreba. Uz ovu primarnu ulogu stara Zagrebačka elektrana bi mogla ostati još i dalje vršnom elektranom za



Elektrana Zagreb godine 1957.

pokriće vršnog opterećenja u jesenskim i zimskim mjesecima i kao rezerva za slučaj defekata na prenosnim uređajima, kao i za proizvodnju jalove energije radi uvjeta prijenosa radne energije iz vanjskih elektrana. Na ovaj način stara Zagrebačka elektrana bi i dalje ostala korisnom za grad Zagreb, koji je ona vjerno i pouzdano snabdijevala električnom energijom kroz punih 50 godina svojeg opstanka.

UDRUŽENE ELEKTRIČNE CENTRALE

Ing. Vinko Horvat, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb **621.311.1**

Godine 1929. potpisan je u ožujku ugovor između tadašnje Gradske električne centrale u Zagrebu i Električne centrale u Karlovcu, o izmjeničnoj dobavi električne energije i osnutka Udruženih električnih centrala – UEC. Time su udareni prvi temelji elektrifikacije širih područja izvan granica ovih dvaju gradova. Autor iznosi historijat Udruženih električnih centrala i daje interesantne statističke podatke tehničke i ekonomske prirode.

Osnutkom *Udruženih električnih centrala,* koji je uslijedio 12. 3. 1929. potpisivanjem ugovora između Električne centrale grada Zagreba i Električne centrale grada Karlovca udareni su prvi temelji elektrifikacije širih područja izvan granica ovih gradova.

Doduše glavni povod za ideju kolaboracije Zagreba i Karlovca na elektroenergetskom području nije bila elektrifikacija širih područja, već poteškoća Karlovca oko pokrića potreba električne energije u doba niskog vodostaja rijeke Kupe, kada hidroelektrana u Ozlju (sl. 1.) zajedno sa karlovačkom Diesel-elektranom u Dubovcu nije bila u stanju da te potrebe zadovolji. Osim toga na taj način dobila se mogućnost plasiranja viškova energije iz HE Ozalj noću i u doba povoljnog protoka Kupe. S druge strane električna centrala u Zagrebu je preuzimanjem viškova hidroenergije iz Karlovca mogla smanjiti proizvodnju u svojoj termoelektrani i tako štedeći ugljen postići sniženje vlastite prosječne cijene. Naravno da se ta razlika u kvaliteti energije koju su međusobno dobavljale obe ove elektrane odrazila i u cijeni. Zagreb je plaćao karlovačku energiju po 0,20 Din, a Karlovac zagrebačku po 0,60 Din za dobavljeni kilovatsat. Bilo je dosta muke dok su neki »gradski oci« u Karlovcu shvatili opravdanost te razlike u cijenama.

Gradska električna centrala u Zagrebu raspolagala je tada instaliranom snagom od 18.750 kW, a gradska električna centrala u Karlovcu sa 2.600 kW u HE Ozalj i 750 kW u Diesel-elektrani u Dubovcu.

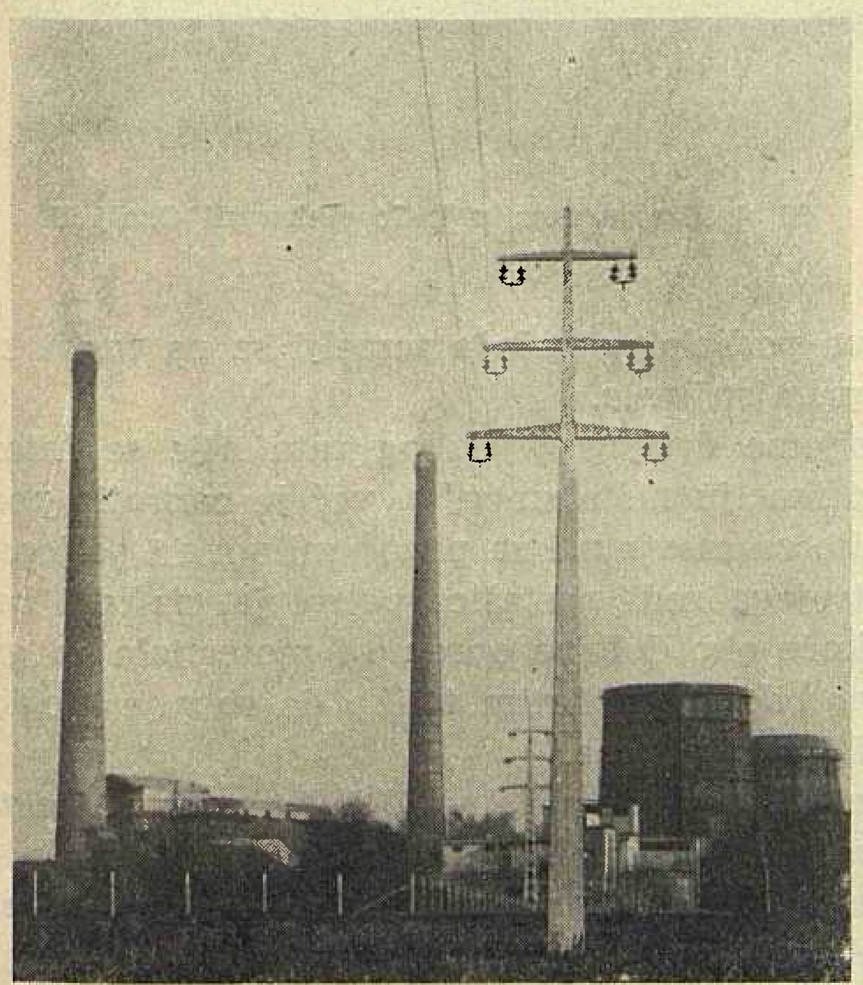
Zadatak novoosnovanog zajedničkog poduzeća *Udružene električne centrale* bio je da izgrade dalekovod između Zagreba i Karlovca kojim će se vršiti razmjena energije, a predviđalo se da se vod i ostala postrojenja izgrade tako da UEC mogu pored toga vršiti i elektri-

fikaciju i dobavu električne energije interesentima usputnih područja.

Već godinu dana iza osnutka U.E.C. t. j. 16. 3. 1930. dovršena je izgradnja 55 km dugog dalekovoda Zagreb—

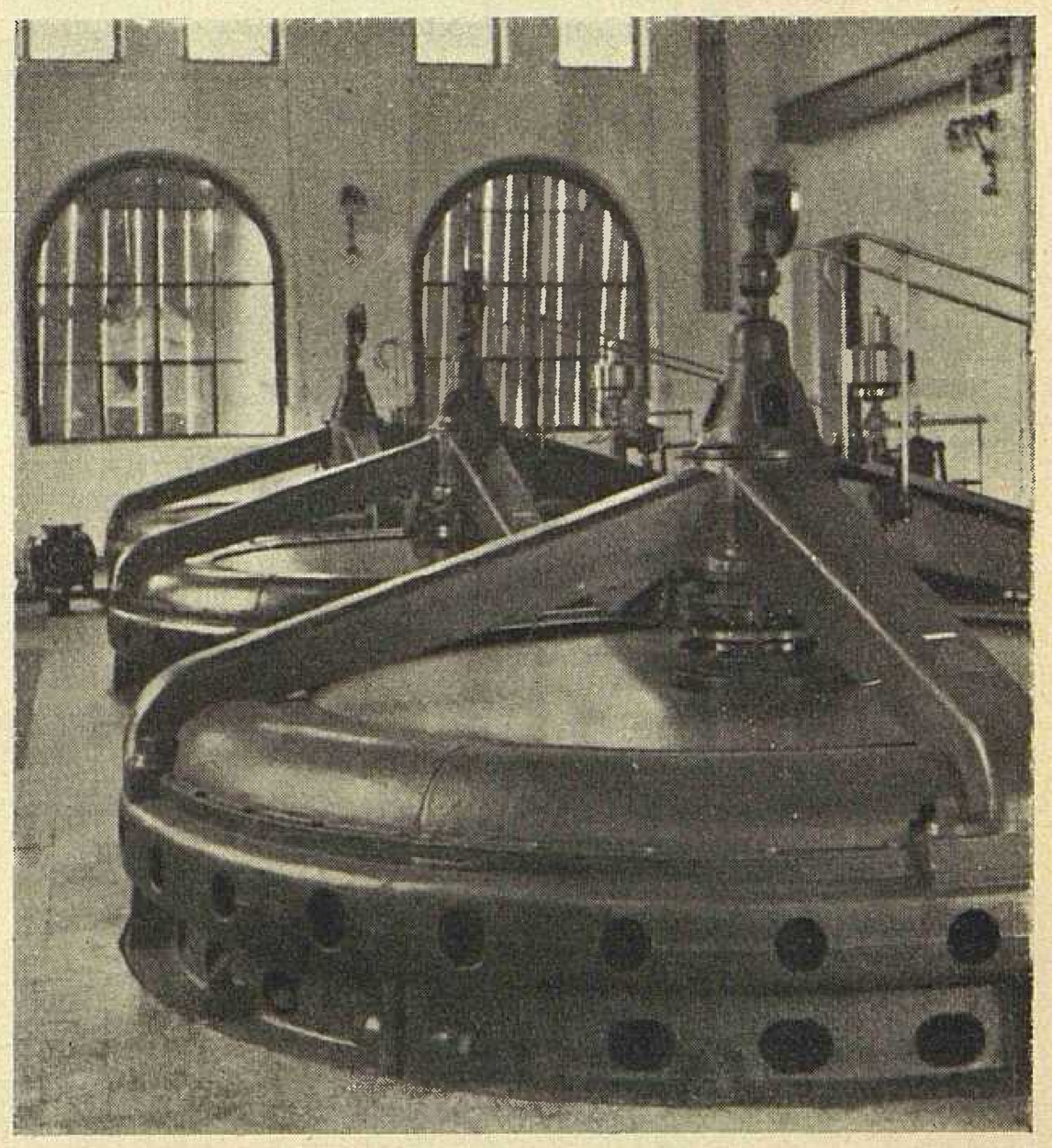
Sl. 1. Hidroelektrana Ozalj.

Karlovac između gradske električne centrale u Zagorskoj ulici u Zagrebu i transformatorske stanice *Ilovac* kraj Karlovca. Vod je izgrađen za napon od 30.000 V, ali su razmaci vodiča odabrani tako, da je moguć kasniji prijelaz na viši napon od 60.000 V. Presjek je odabran sa 3 × 50 mm² Cu sa čeličnim zemnim vodom 25 mm² presjeka. Stupovi dionice voda od Zagreba do mosta preko Save u Podsusedu izvedeni su sa 2 trojke i to jedna 3 × 50 mm² za spoj sa Karlovcem,



Sl. 2. Dalekovod Zagreb—Karlovac
U pozadini elektrana Zagreb.

a druga 3 × 70 mm² za kasnije predviđeni spoj sa slovenskom mrežom. Srednji raspon iznosi oko 200 m. Vod je izgradila tvrtka *Elin,* dok je stupove izvela austrijska tvrtka *Porr,* primijenivši svoj sistem armirano-betonskih stupova koji su se betonirali na licu mjesta u horizontalnom položaju i onda podigli i učvrstili u temelj. Istodobno sa izgradnjom voda izgrađene su transformatorske stanice u Zagrebu i Karlovcu. Ona u Zagrebu sa transformacijom 30/5 kV ukupne snage 6000 kVA i odgovarajućim rasklopnim postrojenjem 30 kV i 5 kV, a u Karlovcu (Ilovac) sa 2 tronamotajna transformatora za napon 5/20/30 kV snage od po 3000 kVA i pripadajuće rasklopno postrojenje za 5, 20 i 30 kV. U ovoj stanici uzeta su ova 3 napona s razloga što je za grad Karlovac potreban napon od 5 kV, napon 20 kV imao je dalekovod iz HE Ozalj, a 30 kV napon je išao dalje prema Zagrebu. Duž voda Zagreb—Karlovac



Sl. 3. Strojarnica u hidroelektrani Ozalj I.

su tom prilikom odmah izgrađene 2 transformatorske stanice 30/10 kV i to u Kerestincu i Cvetkoviću kraj Jastrebarskog, koje će služiti kao pojne točke za elektrifikaciju područja. Svi ovi radovi izvedeni su troškom od oko 9 milijuna dinara od čega je svaka gradska općina preko svojih električnih poduzeća doprinijela polovicu iznosa.

Odmah po dovršetku ovih radova javljaju se prvi jači interesenti: Jastrebarsko i Samobor, koji se 10 kV vodovima priključuju na transformatorske stanice u Cvetkoviću odnosno Kerestincu i likvidiraju pogon svojih Diesel-elektrana, nakon što su tokom 1931. postali prvi potrošači U.E.C. Iza njih slijedi 1934. godine Velika Gorica i ostala manja mjesta.

Elektrifikacija se provađala na bazi doprinosa interesenata i učešća poduzeća, koje je svu svoju dobit ulagalo u nove investicije, a osim toga su i osnivači GEC Zagreb i GEC Karlovac dotacijama u novcu i materijalu potpomagali tu akciju. Koncem 1941. bilo je u postrojenja investirano ukupno 17,5 milijuna dinara. Nagli porast interesa za elektrifikaciju koji je nastupio poslije ekonomske krize 1932/33. imao je za posljedicu, da je morao biti izgrađen 30 kV vod od Kere-

štinca do Velike Gorice (1934—1940) najprije u pogonu sa 10 kV, a kasnije (1943) prešao je na pogon sa 30 kV. Umjesto neprikladne transformatorske stanice 30/10 kV u Kerestincu izgrađena je nova u Kalinovici i nova transformatorska stanica 30/10 kV u Velikoj Gorici. Obje ove stanice izgrađene su tokom rata.

U tabeli je prikazano kako se tokom godina od početka djelovanja UEC razvijala mreža i broj potrošača.

Razvoj opskrbnog područja Udruženih električnih centrala (kilometri vodova)

Godina	30 kV vodovi, km	10 kV	n. n. mreža	Broj potrošača[1]	potrošnja MWh[2]
1930	55	19,5	2,0	6	—
1931	55	25,0	3,8	29	—
1932	55	27,0	10,0	30	—
1933	55	30,8	22,8	55	—
1934	71,7	47,2	27,7	331	—
1935	717,	55,0	32,3	510	663
1936	71,7	66,3	34,2	641	852
1937	71,7	67,8	45,3	741	817
1938	71,7	70,8	54,9	1081	885
1939	75,7	71,2	58,9	1219	1037
1940	75,7	75,8	64,4	1720	1213
1941	75,7	81,3	91,3	2609	1351
1942	75,7				
1943	75,7				

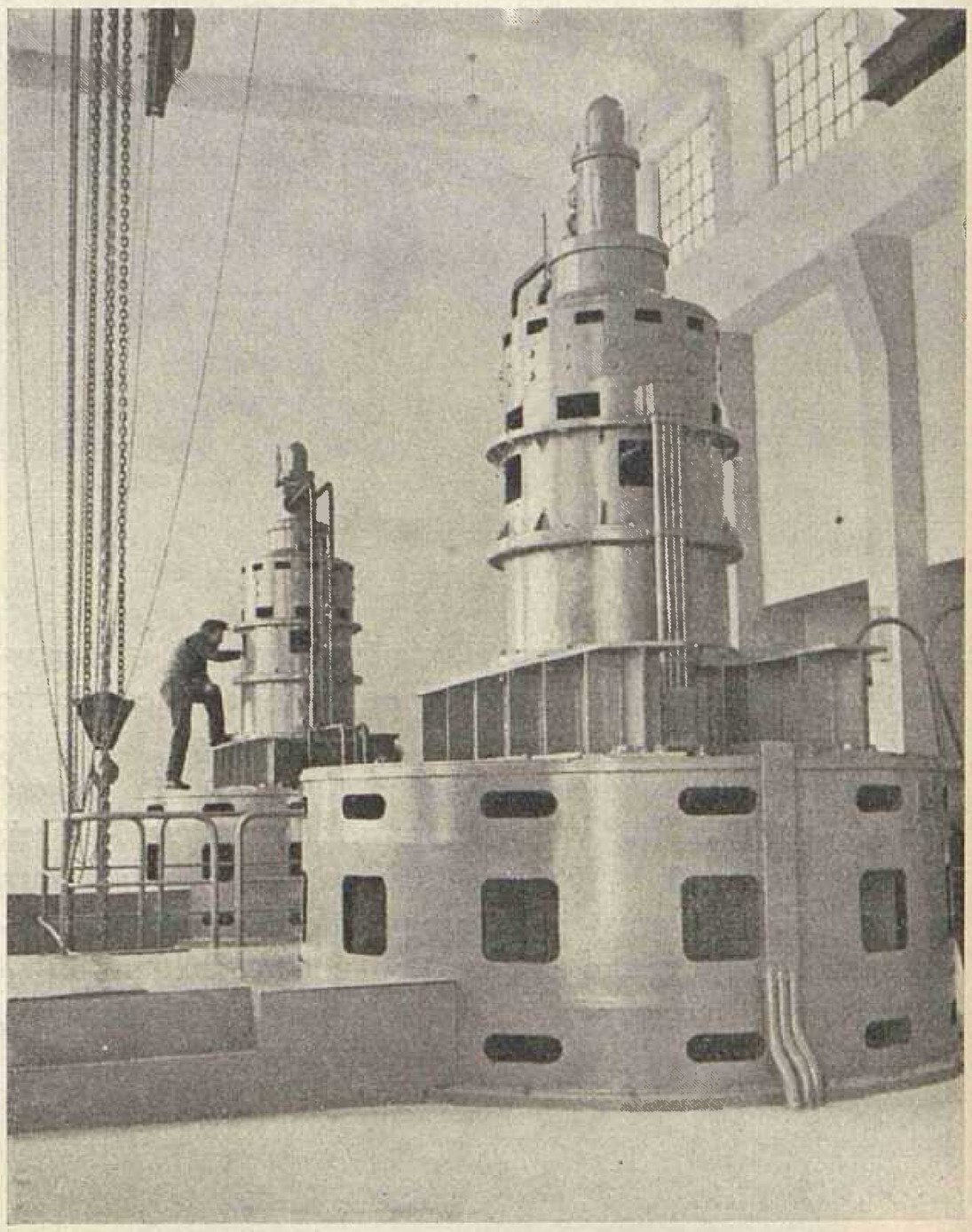
Opaske: [1]) Kod broja potrošača treba uvažiti da su preprodavači (Jastrebarsko i Samobor) uzeti kao 1 potrošač.
[2]) Za godine 1930—1934 nema podataka.

Tokom godine prosječno je putem voda Zagreb—Karlovac iz Karlovca dobavljeno Zagrebu oko 4—6 GWh većinom noćne energije, a iz Zagreba Karlovcu 1—2 GWh većinom vršne energije.

S obzirom na to da je elektrifikaciona djelatnost U.E.C, pored djelatnosti *Banovinskog električnog poduzeća* (BEP) — koja je započela tek 1937. godine značajnijim elektrifikacionim radovima — bila u ovom dijelu Hrvatske pionirskog karaktera, možda će biti zanimljivo, ako saopćimo neke podatke koji mogu da posluže za usporedbu sa današnjim stanjem u područjima izvan velikih gradova.

Raspolažemo podacima za godinu 1941. Od ukupno preuzetih 1,6668.620 kWh prodano je potrošačima 1,351.320 kWh, a ostatak od 317.300 kWh (18,9%) predstavlja ukupne gubitke. Po tarifi za rasvjetu prodano je 304.196 kWh dok ostatak od 1,047.124 otpada na energiju utrošenu u pogonske svrhe. Od te količine otpada na

mlinove i pilane	40,4 %
tvornice opeka i građ. ind.	9,4 %
ostalu industriju	45,1 %
poljoprivredu	1,6 %
mali obrt	2,0 %
pogon u kućanstvu	1,5 %



Sl. 4. Strojarnica u hidroelektrani Ozalj II.

Ovakva podjela potrošača temelji se na tarifi koja se tada primjenjivala.

Za vrijeme drugog svjetskog rata nije se interes za elektrifikaciju ništa smanjio, već je naprotiv porastao, naročito za rasvjetu i za pogon mlinova i poljoprivrednih strojeva radi nestašice petroleja, nafte i benzina. Poteškoće oko dobave opreme i materijala za gradnju vodova bile su međutim tolike da se nije moglo udovoljiti svim željama.

Nakon oslobođenja ušle su U.E.C. u sklop *Električnog* poduzeća Hrvatske (ELPOH), a danas je bivše područje djelatnosti U. E. C. većim dijelom u sklopu *Elektre* u Zagrebu, a manjim dijelom *Elektre* u Karlovcu, dakle opet u sklopu komunalnih poduzeća onih komuna koje su bile osnivači *Udruženih Električnih Centrala.*

IZGRADNJA I RAZVOJ ELEKTRIČNE MREŽE GRADA ZAGREBA I NJENO SNABDIJEVANJE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM

Ing. Ladislav Padjen, Rudolf Štok, Prof. Ing. Vladimir Žepić, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, **Ing. Josip Purec** i **Ing. Boris Tilić,** Elektra, Zagreb

621.316.1 (Zagreb) »71«

Autori prikazuju predhistorijat elektrifikacije grada Zagreba, izgradnju električne mreže u gradu 1907. i daljnji razvoj mreže u toku 50 godina u samome gradu i njegovoj bližoj okolici.

1. PREDRADNJE ZA IZGRADNJU I RAZVOJ MREŽE OD 1907. DO 1930.

Ing. Ladislav Padjen i Rudolf Štok

Iako je opskrba grada Zagreba električnom energijom započela tek izgradnjom električne gradske mreže i njezinim stavljanjem u pogon dne 5. studenog 1907., nije to bilo i prvi put, što se je električna struja pojavila i primijenila na području grada Zagreba.

Iz podataka, koji su poznati, vidi se, da su već i mnogo ranije poduzimani koraci za izgradnju gradske elektrane i mreže i da se je električna rasvjeta pojavljivala i davno prije toga u Zagrebu. Prva elektrana na svijetu izgrađena je g. 1880. u Parizu, i to za napajanje javne rasvjete, slijedeće godine u New Yorku, a zatim su slijedile g. 1882. gradske elektrane u Londonu i Hullu, g. 1883. u Berlinu i t. d. Prvu elektranu izmjenične struje izgradili su u Buffalu, 1886.

Ni Hrvatska nije zaostajala za napretkom svjetske tehnike onog doba, već su se i kod nas tada javljale privatne i javne elektrane u raznim krajevima. Prva privatna elektrana podignuta je g. 1884. u Pamučnoj industriji u Dugoj Resi, a slijedile su je takve elektrane god. 1885. u poduzeću *Cereale* u Đakovu, a god. 1887. u Županji.

Prve javne elektrane izgrađene su kod nas u Beogradu 1892., i u Ljubljani 1898. U Hrvatskoj izgrađena je god. 1895. elektrana u Varaždinu (za jednofaznu struju 42 Hz s naponom 2000 V), iste godine kad i elektrana u Sarajevu, a zatim su slijedile elektrane u Subotici god. 1896., god. 1899. u Banjaluci, god. 1900. u Jajcu, god. 1903. u Čakovcu, g. 1904. u Šibeniku, g. 1906. u Sisku i Pakracu i t. d.

Prema navedenim podacima vidimo, da je Zagreb razmjerno dosta kasno došao do električne energije. No ipak se je električna struja već i ranije pojavljivala i u našem glavnom gradu. Prvi put se je to zbilo, koliko je danas poznato, na dan 20. siječnja 1877., kada je zagrebački profesor Ivo Stožir postavio jednu električnu svjetiljku na raskršće Ilice i Gundulićeve ulice za pojačanje postojeće plinske rasvjete.

Prva veća prigodna električna rasvjeta izvedena je na jubilarnoj izložbi hrvatsko-slavonskog gospodarskog društva u kolovozu g. 1891. s 30 električnih svjetiljaka od po 2000 normalnih svijeća, a napajala se je iz generatora, tjeranog lokomobilom. Oko god. 1891. postojao je već niz manjih privatnih elektrana u Zagrebu — na pr. u Gradskoj streljani u Tuškancu (kasnijem kazalištu, a sada kinu), u Paromlinu, kod privrednika Ebenspangera i t. d., a kasnije je elektrificirana i uspinjača (koja je isprva imala parni pogon), pa g. 1895. kazalište i dr.

I na izgradnju gradske elektrane mislilo se već davno prije godine 1907., dapače su poduzimane i razne mjere, da se takva elektrana izgradi već prije g. 1890. Već g. 1887., dakle tek šest godina nakon što je proradila prva elektrana na svijetu, jedan zagrebački privrednik podnio je molbu gradskom poglavarstvu, da mu odobri »uvedenje električnog svijetla u Zagrebu«. O ovom zanimljivom pothvatu, koji svjedoči o naprednosti privrednika u Zagrebu i o tome, da je u ono doba Zagreb (usprkos političke i ekonomske skučenosti) držao korak s naprednim svijetom, sačuvan je i jedan originalan dokument. To je poziv *Zagrebačke munjare* građanstvu Zagreba, da u svojim prostorijama uvede električno svijetlo.[1]

Potrošačima se preporučuje za rasvjetu unutarnjih prostorija žarulja od 10 do 100 normalnih svijeća, a za vanjsku rasvjetu lučne svjetiljke (»plamenke«) od 300 do 500 i više svijeća.

Nakon što su izneseni i razni dobavni uvjeti navode se cijene struje i to temeljna pristojba od 12 forinti godišnje za 100 W instaliranih žarulja odn. 35 novčića (1 forint = 100 novčića = 2 krune, 1 kruna = 100 filira) mjesečno za žarulju od 10 svijeća te cijena za potrošak od 6 novčića za 100 Wsati kod žarulja i lučnih svijetiljki (iz prednjeg se vidi, da se računalo sa svijetlom od 33 svijeće kod žarulje od 100 W).

Iz vijesti u novinama vidi se, da je ta molba konačno odbijena, a gradsko zastupstvo 27. travnja 1892. donijelo je odluku, da čeka na odgovor grada Žiškova u Češkoj o iskustvu s gradnjom gradske elektrane te na savjet Nikole Tesle prigodom njegovog već najavljenog posjeta Zagrebu.

Tesla je na sjednici gradskog zastupstva dne 24. svibnja 1892. održao predavanje o mogućnosti opskrbe grada Zagreba električnom energijom.[2] Tom je prilikom Tesla predložio, da se na Plitvicama izgradi hidrocentrala snage oko 8500 KS i odanle energija prenosi u Zagreb.

---

[1] Stavio na raspolaganje ing. Ivan Certin.
[2] Za uspomenu na taj događaj postavljena je ploča na zgradi gradske vijećnice u Ćirilometodskoj ulici 5.

1.2. Predradnje za izgradnju električne mreže.

Početkom ovog stoljeća Zagreb je već imao 61.000 stanovnika, posjedovao od g. 1862. željezničku vezu, od g. 1863. plinaru, od g. 1878. vodovod, od g. 1887. telefonsku centralu, od g. 1891. tramvaj, te razmjerno velik broj industrija i obrtničkih radionica. Javna rasvjeta bila je provedena s 1124 plinske i 405 petrolejskih svjetiljaka.

Ako je grad i dalje želio napredovati morao je sada već provesti elektrifikaciju. Poteškoće su se pokazale i kod dalje opskrbe vodom i kod javne rasvjete, a parni pogon ili privatne elektrane pojedinih tvornica bili su neekonomični. Uviđajući sve te razloge, a poučen i iskustvom brojnih ostalih gradova, i Zagreb je konačno ozbiljno odlučio izgraditi elektranu, šta je u siječnju g. 1907. i ostvareno.

1.3. Izgradnja zagrebačke električne mreže.

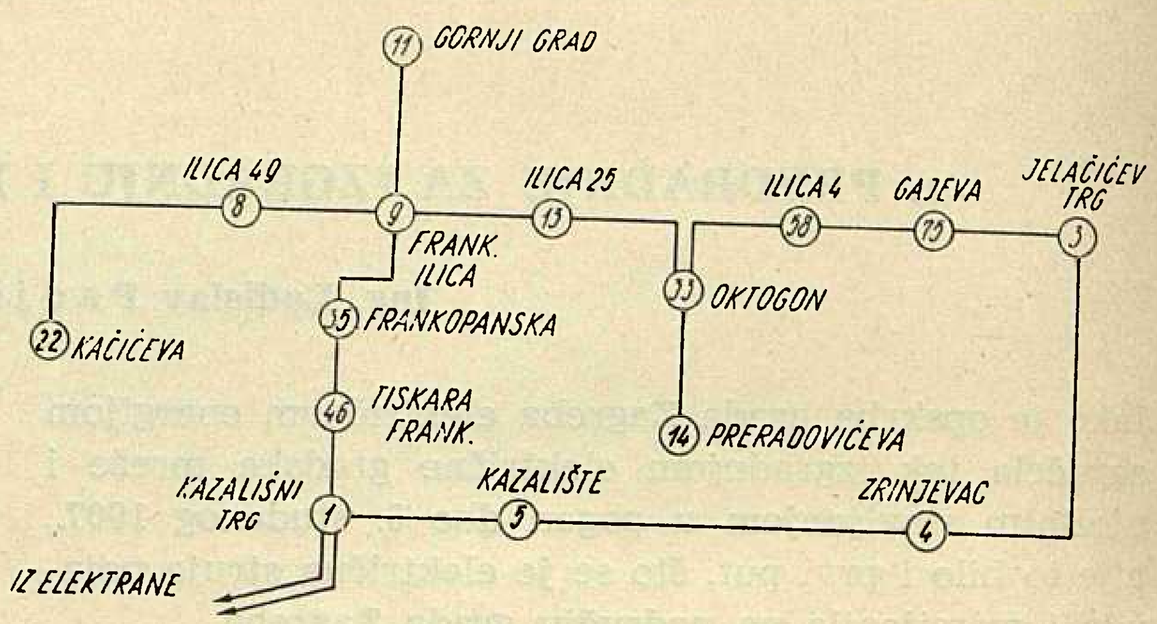
Izgradnja mreže započela je g. 1907. i iste godine završena u predviđenom opsegu.

Prva je mreža bila dvonaponska: iz elektrane su u grad polazili kabeli 5 kV do transformatorskih stanica 5000/500 V, a iz transformatorskih stanica izlazili su kabeli 500 V. Mreža 5 kV bila je zatvorena, a mreža 500 V otvorena.

Visokonaponska mreža 5 kV obuhvatala je svega 12 kabela, od čega su dva usporedna kabela išla od elektrane do transformatorske stanice, smještene kod kazališta. Ukupna duljina kabela prve mreže 5 kV iznosila je 7440 metara, od čega 5860 m kabela 3 × 50 mm², a 1580 m presjeka 3 × 25 mm² (neki od tih kabela još su i danas u pogonu!). Ukupna cijena tih kabela iznosila je 66.000 austrijskih kruna.

Broj transformatorskih stanica iznosio je 9, od čega 6 snage 60 kVA, a 3 snage 30 kVA. Ukupna instalirana snaga prve mreže bila je dakle 450 kVA, što je ravno instaliranoj snazi jedne transformatorske stanice središta grada današnje mreže. Transformatori 5000/500 V bili su jednofazni.

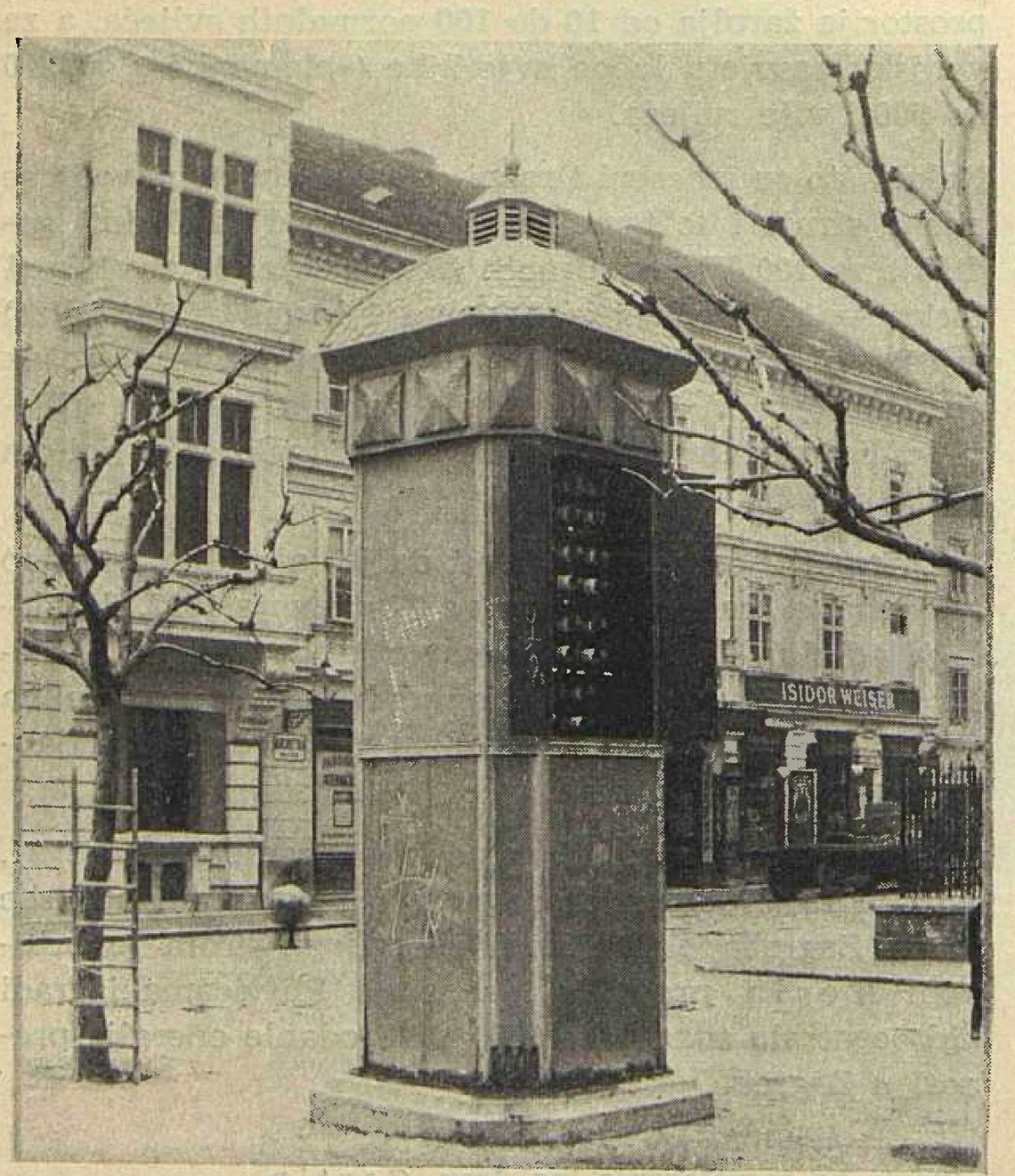
Niskonaponska mreža 500 V sastojala se od 8500 m kabela presjeka 2 × 50 mm² i 11.000 m kabela presjeka 2 × 25 mm². Ovi su kabeli stajali svega 76.000 K.



Sl. 1. Shema mreže 1907.

Na niskonaponsku mrežu bile su pojedine kuće priključene preko vlastitih transformatora 500/2 × 55 V, dok su lučne svjetiljke na stupovima (»kandelabrima«) bile priključene preko transformatora 500/65 V. Snage pojedinih kućnih transformatora iznosile su 1, 2, 5, 10 ili 15 kW. Priključni vodovi 110 V za kuće bili su izvedeni s presjekom 3 × 25 mm² (2 × 55 V!).

Broj kućnih priključaka u studenom 1907. iznosio je 247 i svi su ti priključci izvedeni samo za rasvjetu (uglavnom po jedna žarulja u svakoj prostoriji). Tek 20. studenog priključena su na mreži prva tri elektromotora (osim onih u vodovodu u Zagorskoj cesti!) i to ukupne snage 7 KS.



Sl. 2. Limena TS 5/0,4 kV *Ganz* iz 1907. na Preradovićevom trgu.

Sl. 3. Lučna svjetiljka.

1.4. Stavljanje mreže u pogon.

Tokom g. 1907 dovršeni su svi radovi na izgradnji i montaži elektrane, izgradnji mreže i izvedbi kućnih priključaka i instalacija.

Dne 5. studenog 1907., nakon potpunog dovršenja svih radova, izvršeno je pokusno opterećenje elektrane sa 100 kW, a malo zatim dana je struja i gradu, tako da je dne 7. studenog konačno bila priključena cijela mreža sa svim potrošačima.

Na slici br. 2 prikazana je transformatorska stanica Preradovićev trg, a na isti način izvedene su bile i sve prve stanice u mreži. Na sl. 3 vidi se stup s diferencijalnom lučnom svjetiljkom.

1.5. Razvoj mreže do g. 1930.

Od rijetkih sačuvanih podataka iz prvog razdoblja pogona mreže najzanimljiviji je dijagram, prikazan na sl. 4. On prikazuje porast priključne vrijednosti (ne vršnog opterećenja) pojedinih vrsta potrošača i ukupnu priključnu vrijednost mreže te pojedinačnu i ukupnu potrošnju, odnosno proizvodnju. Za prvih par godina imademo ove podatke.

god.	1907.	priklj.	vrijednost	0,2	MW,	proizvodnja	0,03	GWh
,,	1908.	,,	,,	1,0	,,	,,	2,33	,,
,,	1909.	,,	,,	1,4	,,	,,	2,49	,,
,,	1910.	,,	,,	2,5	,,	,,	3,06	,,
,,	1911.	,,	,,	3,2	,,	,,	4,61	,,
,,	1912.	,,	,,	4,1	,,	,,	5,30	,,
,,	1913.	,,	,,	4,7	,,	,,	5,62	,,

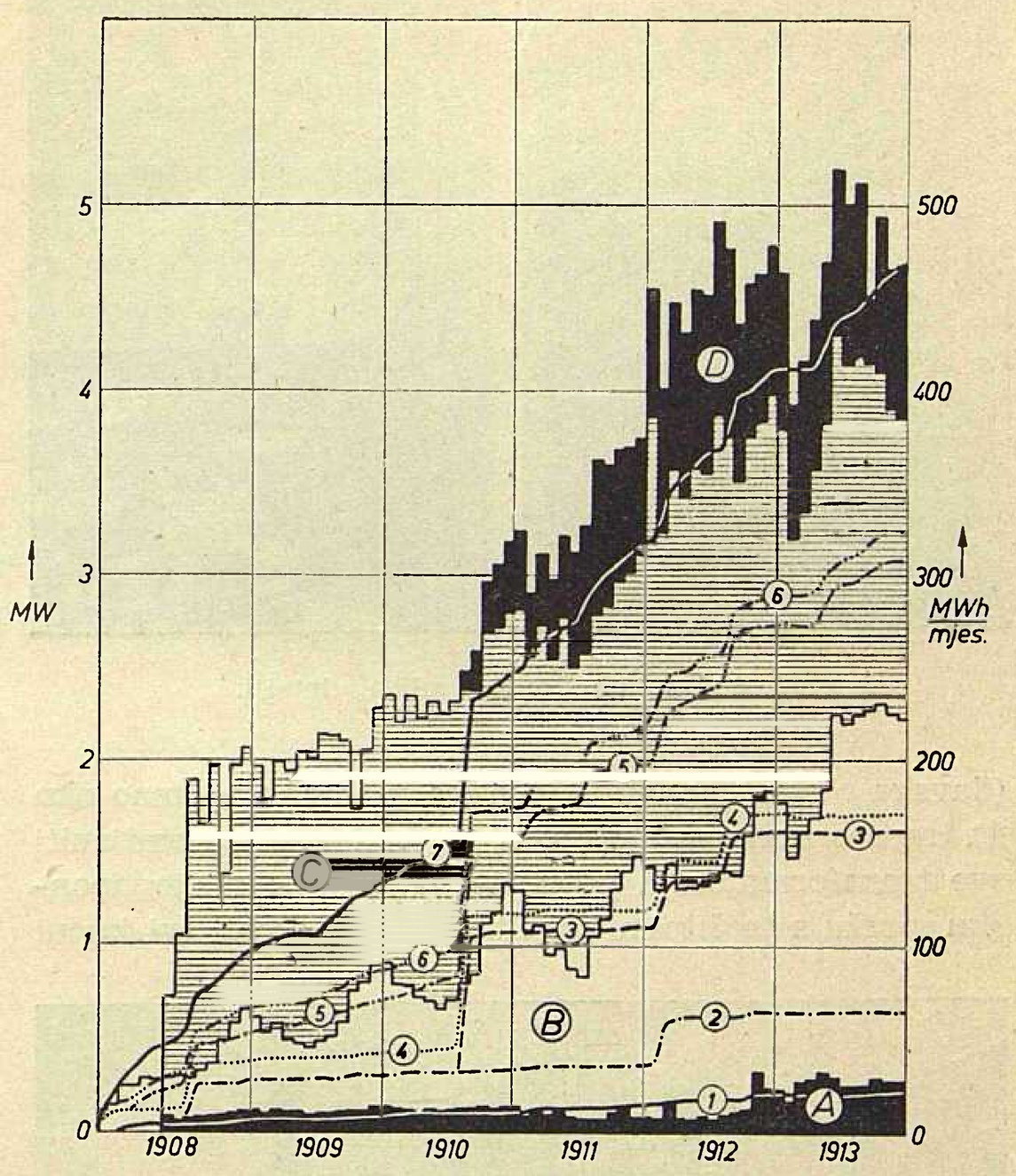
Sve do konca prvog svjetskog rata stručnjaci stranci su igrali veliku ulogu i u elektrani i na mreži, ali su već i kod izgradnje i kasnije sudjelovali i naši stručnjaci, kao na pr. monter Jakovina te ing. Juraj Horvat, koji je bio šef pogona od g. 1912. do 1919. Odmah u početku nastojalo se odgojiti naše mladiće za tu novu struku, pa su izučeni za električare naučnici Zeuner, Klaučnik, Mihok, Mlinarić, Jakovina i Brošan.

Kao značajni događaj iz ovih prvih godina možemo zabilježiti elektrificiranje zagrebačkog tramvaja. Prvi električni tramvaj prošao je gradom 18. kolovoza 1910., iste godine kad je u elektrani postavljen prvi turboagregat.

Prije prvog svjetskog rata nije više bilo značajnijih događaja na mreži. Spomenut ćemo samo podatak o opsegu mreže krajem g. 1913.: broj žarulja kod potrošača 45.221, broj žarulja javne rasvjete 267, broj motora 275, broj sprava i malih motora 414; priključna vrijednost rasvjete kod potrošača 1528 kW, javne rasvjete 67 kW, motora Gradskog vodovoda 444 kW, tramvaja 1011 kW, ostalih motora u mreži 1261 kW, raznih sprava i malih motora 159 kW, sveukupno 4,47 MW.

Početak prvog svjetskog rata predstavljao je težak udarac i za rad elektrane i mreže zbog odlaska velikog broja osoblja u vojsku. Ipak nije došlo do zastoja tokom cijelog rata. Ratne prilike djelovale su svakako na razvoj opskrbe potrošača.

Navest ćemo najvažnije podatke za stanje mreže koncem g. 1918. Instalirano je bilo kod potrošača 70.956 žarulja, 373 motora i 784 sprava i malih motora, a na javnoj rasvjeti 304 žarulja. Priključna vrijednost je iznosila za rasvjetu kod potrošača 2269 kW, javnu rasvjetu 75 kW, motore kod raznih potrošača osim vodovoda i tramvaja 1839 kW, motore vodovoda 444 kW, tramvaj 1011 kW, sprave i male motore 289 kW, vlastitu potrošnju 128 kW, ukupno 6055 kW.

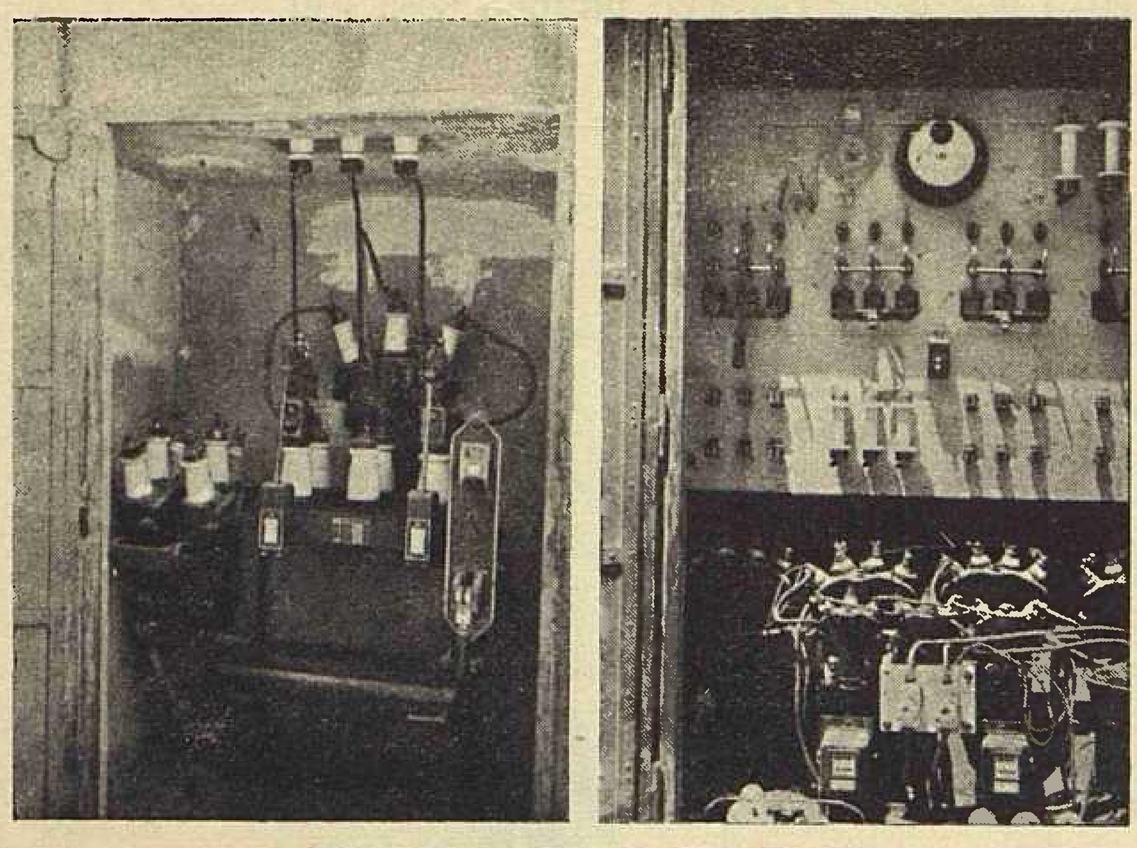


Sl. 4. Dijagram razvoja mjesečne potrošnje električne energije i porasta priključne snage od 1907. do 1913.
Pojedine površine prikazuju: **A**: vlastiti potrošak, **B**: potrošak u gradskoj mreži, **C**: potrošak gradskog vodovoda, **D**: potrošak električnog tramvaja.
Sveukupno je proizvedeno (kWh): 1908.: 2,329.750; 1909.: 2,487.926; 1910.: 3,064.385; 1911.: 4,613.844; 1912.: 5,296.632; 1913.: 5,621.237.
Krivulje predočuju porast priključne snage (MW): **1**: aparati i mali motori, **2 – 1**: gradski vodovod, **3 – 2**: el. tramvaj, **4 – 3**: vlastite potrebe, **5 – 4**: motori, **6 – 5**: el. lukovi, **7 – 6**: žarulje.

Kao što je općenito poznato, grad Zagreb je doživio vrlo nagao razvoj poslije završetka prvog svjetskog rata, zahvaljujući to svojoj ulozi i dosta razvijenoj industriji (on je već onda bio, a i do danas ostao najjačim industrijskim gradom Jugoslavije). U vezi s time došlo je i do naglog porasta opterećenja i potrošnje električne energije, što je brzo dovelo u pitanje daljnju

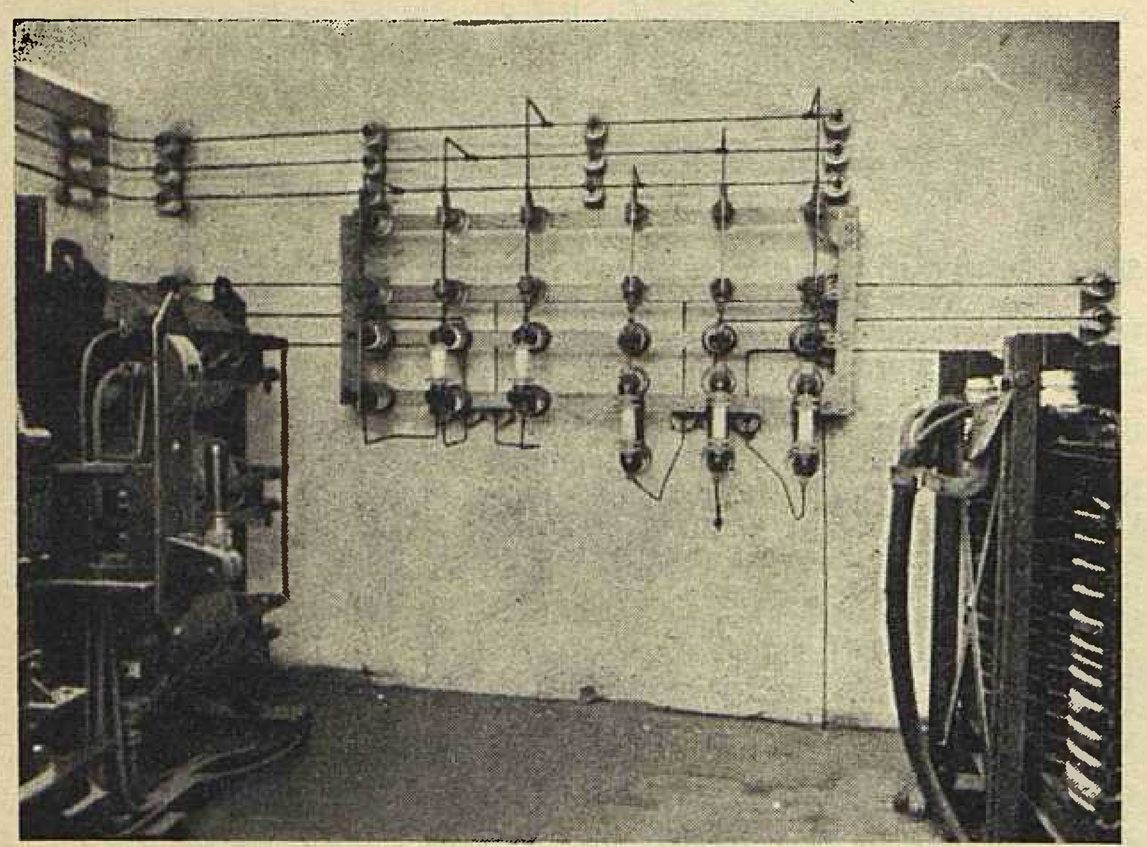
Sl. 5. TS Miramarska cesta.

razdiobu jednofaznim kabelima. U prvi čas smatralo se, da bi mogao zadovoljiti prijelaz na trofazni sustav 3 × 220 V (bez nulvodiča), pa se već na raznim mjestima počelo i polagati kabele za novi sustav razdiobe



Sl. 6. i 7. TS Petrova ulica, detalji.

(Savska cesta, Trg N). U to doba grad je već imao oko 40 transformatorskih stanica, pa bi trebalo promijeniti sve transformatore i položiti posve novu niskonaponsku mrežu s trožilnim kabelima, ali bi otpali svi kućni

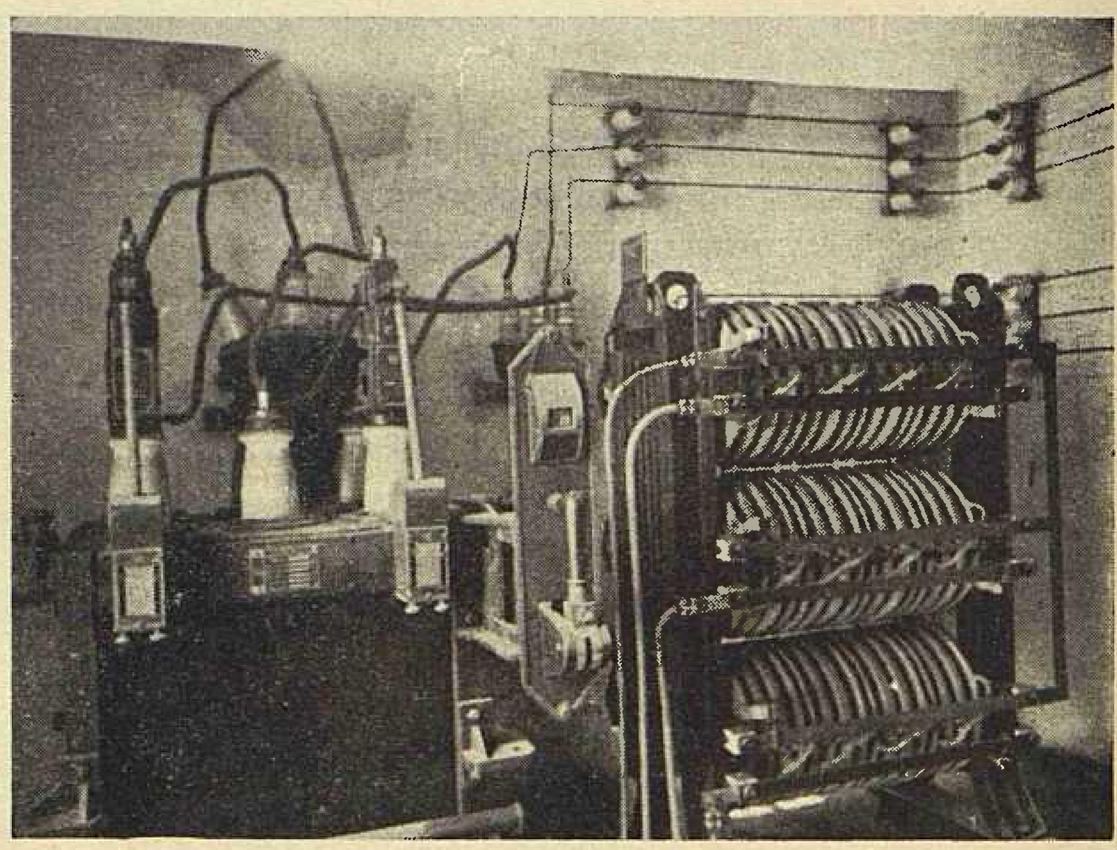


Sl. 8. Detalj TS iz prvog razdoblja.

transformatori. Međutim se je, u pravi čas, našlo bolje i sretnije rješenje, zahvaljujući jakoj krizi u zimi g. 1923., kad je zakazala i plinara, a u električnoj mreži došlo do velikog preopterećenja transformatora i kabela. Uprava poduzeća uvidjela je, naime, da je pitanje daleko teže, nego je to u prvi čas izgledalo, i da predviđeni prijelaz na novi napon 3 × 220 V nije dovoljno bio proučen niti obrazložen. Zbog toga je odlučeno, da se za ovako važno pitanje zatraži mišljenje nekog stranog stručnjaka. Izbor je pao na jednog stručnjaka, koji u ožujku g. 1924. na temelju detaljnih podataka dobivenih od uprave zagrebačke mreže, predlaže slijedeće mjere za popravak prilika u zagrebačkoj mreži:

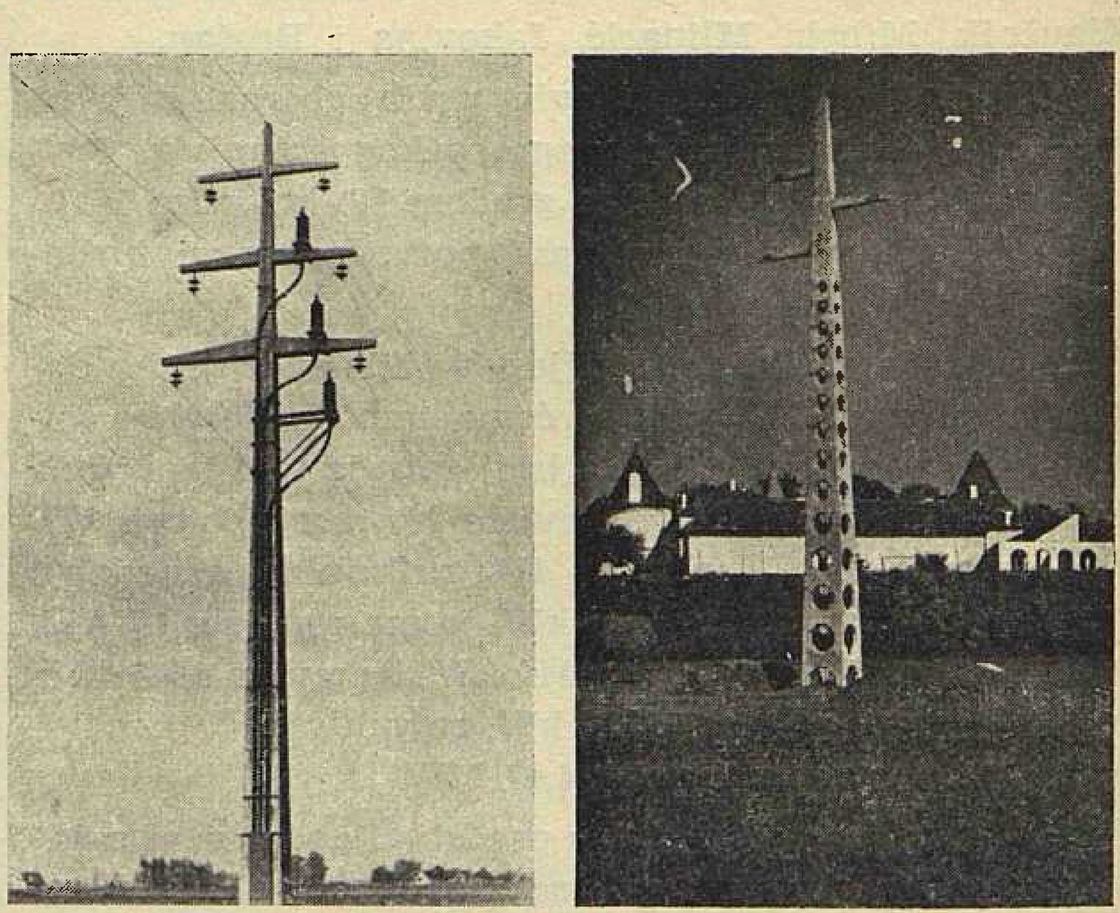
a) pojačanje mreže 5 kV, a među ostalim polaganje dvaju novih kabela iz elektrane do transformatorske stanice Uklopna I (kod kazališta), jednog kabela od Uklopne I do Uklopne II (kod tv. ulja) i sl.
b) prijelaz s jednofazne niskonaponske mreže s naponom 110 V na trofaznu mrežu 3 × 380/220 V.
c) pregradnju postojećih i izgradnju niza novih, neophodno nužnih transformatorskih stanica
d) pregradnju rasklopnog uređaja 5 kV u elektrani.

Ovi prijedlozi bili su prihvaćeni i po njima se i prišlo opsežnim radovima na cijeloj mreži. Moramo napomenuti, da su do tada iz elektrane u TS Uklopnu I polazila tri kabela 5 kV, od čega dva kabela (iz g. 1907.!) presjeka 3 × 50 mm² i jedan kabel presjeka 3 × 95 mm². Sva tri kabela bila su u Uklopnoj I vezana usporedno. U g. 1924. treći je kabel odvojen za napajanje



Sl. 9. Detalj TS iz prvog razdoblja

posebnih strujnih krugova, dok su prva dva i nadalje ostala zatvorena u prstenu. Nakon toga su položena nova dva kabela 3 × 95 mm² (ukupni trošak po metru kabela iznosio je oko 150 Din), kao i kabel do Uklopne II.



Sl. 10. i 11. Stupovi dalekovoda Zagreb–Karlovac.

Prijelazom na novi napon 380/220 V počelo se je u jesen godine 1924., a svi su radovi dovršeni koncem god. 1927. U to doba mreža je imala oko 60 transformatorskih stanica. Poduzeće (skraćeni naziv mu je bio GEC,

od Gradska električna centrala) je na svoj trošak kod svih potrošača izmijenilo trošila 110 V novim trošilima za napon 220 (380) V.

Ujesen 1924. zamijenjene su i lučne svijetiljke žaruljama, koje su u ono doba imale i oznaku »poluvatne«, kako bi se naglasila njihova ekonomičnost prema nekadanjim žaruljama s malom iskoristivošću.

Koncem rata grad je prema istoku — osim Vlaške i Petrove ulice — praktički završavao Draškovićevom ulicom. Usporedno s općim procvatom grada počela je i nagla izgradnja malih kuća.

U vezi s velikom građevnom djelatnošću na cijelom području grada bilo je u godinama 1926. i 1927. u Zagrebu položeno gotovo 100 km vodova, među ostalim i 4 km kabela za napajanje tramvajskih pruga.

Za pogon tramvaja stavljena je 1. prosinca 1927. u pogon nova ispravljačka stanica u Patačićkinoj ulici s 2 ispravljača od po 500 kW, tako da je sada zapadni dio tramvajske mreže bio napajan iz same elektrane po pretvaračima i akumulatorskim baterijama, a istočni dio novim živinim ispravljačima.

Osnutkom novog poduzeća *Udružene električne centrale* (UEC) započeta je gradnja dalekovoda Zagreb—Karlovac, a usporedno s izgradnjom toga dalekovoda sagrađena je unutar zagrebačke elektrane rasklopnica 30/10/5 kV. To je bio početak izgradnje mreže 30 kV u gradu Zagrebu, a možemo reći, da je taj prijelaz od dotadanje dvonaponske mreže na tronaponsku, a isto tako i vezane s jednom vanjskom elektranom, početak novog, drugog razdoblja u opskrbi grada Zagreba električnom energijom. Treće razdoblje, koje i sada traje, nastupit će povezivanjem s elektranom izvan Hrvatske (Rajhenburg) dalekovodom, građenim za napon 110 kV. Izgradnja mreže 30 kV na području grada Zagreba počela je — uz povezivanje s Karlovcem — podizanjem transformatorske stanice Uklopna II na kraju Branimirove ulice i polaganjem kabela 30 kV od elektrane do te stanice. Ova je stanica bila potrebna zbog prijenosa razmjerno velikih opterećenja za industriju na Radničkoj cesti i okolini (tv. papira, tekstilne i kemijske industrije, tv. ulja itd.).

Dalekovod Zagreb—Karlovac stavljen je u pogon 16. ožujka 1930. Koncem godine mreža je imala 84 transformatorske stanice.

Na sl. 5—9 prikazano je par transformatorskih stanica (Miramarska, Petrova i t. d.), koje se nešto razlikuju od prvih stanica, ali su još uvijek nezgodne za pogon i uzdržavanje. Na strani 5 kV nisu postojale sabirnice, transformator je bio smješten u katu, a niskonaponska ploča bila je silno nepregledna. Ove su stanice potpuno zamijenjene novim, daleko bolje izvedenim stanicama tek oko g. 1943.

Na sl. 10 i 11 prikazana su dva stupa dalekovoda Zagreb—Karlovac.

2. SNABDIJEVANJE ZAGREBAČKOG PODRUČJA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM I RAZVOJ MREŽE OD 1930. — 1945.

Prof. Ing. Vladimir Žepić

2.1. Gradska mreža

Na početku ovog razdoblja velika industrija još nije bila priključena na električnu mrežu, a tri četvrtine konzuma ležalo je u samom središtu grada. Ovo se područje snabdijevalo iz zatvorenog kabelskog prstena od 5000 volti kabelima niskog napona, koji su bili tako položeni, da su obim krajevima ulazili u transformatorske stanice, ali su bili priključeni samo na jednoj strani — činili su dakle radijalnu razdjelnu mrežu.

Ekonomskim razvitkom grada potražnja električne energije stalno je rasla i kabelska mreža bila je na kraju svojih mogućnosti, pa se kabelski prsten visokog napona u vrijeme velikog opterećenja nije više dao zatvoriti, kad bi ispala koja sklopka u transformatorskim stanicama. Stanje se tako zaoštrilo, da tropolni automati na strani niskog napona u dvjema glavnim transformatorskim stanicama (na Preradovićevom trgu i na početku Frankopanske ulice) nisu više bili u stanju, da uslijed velikog preopterećenja ugase luk i za kratko vrijeme obje su stanice izgorjele (početkom studenog 1932.).

U takovoj situaciji središte grada nije se više moglo snabdijevati strujom. Da se kako-tako uspostavi dobava energije, bilo je položeno — po velikoj zimi —, a uz fizičku pomoć čitavog administrativnog osoblja, preko noći u smrznuto tlo nekoliko kabela visokog napona i jedan dio opterećenja mogao se prenijeti na kabele vanjskog pojasa. Time je bila opet uspostavljena dobava energije središtu grada, ali to nije bilo trajno rješenje.

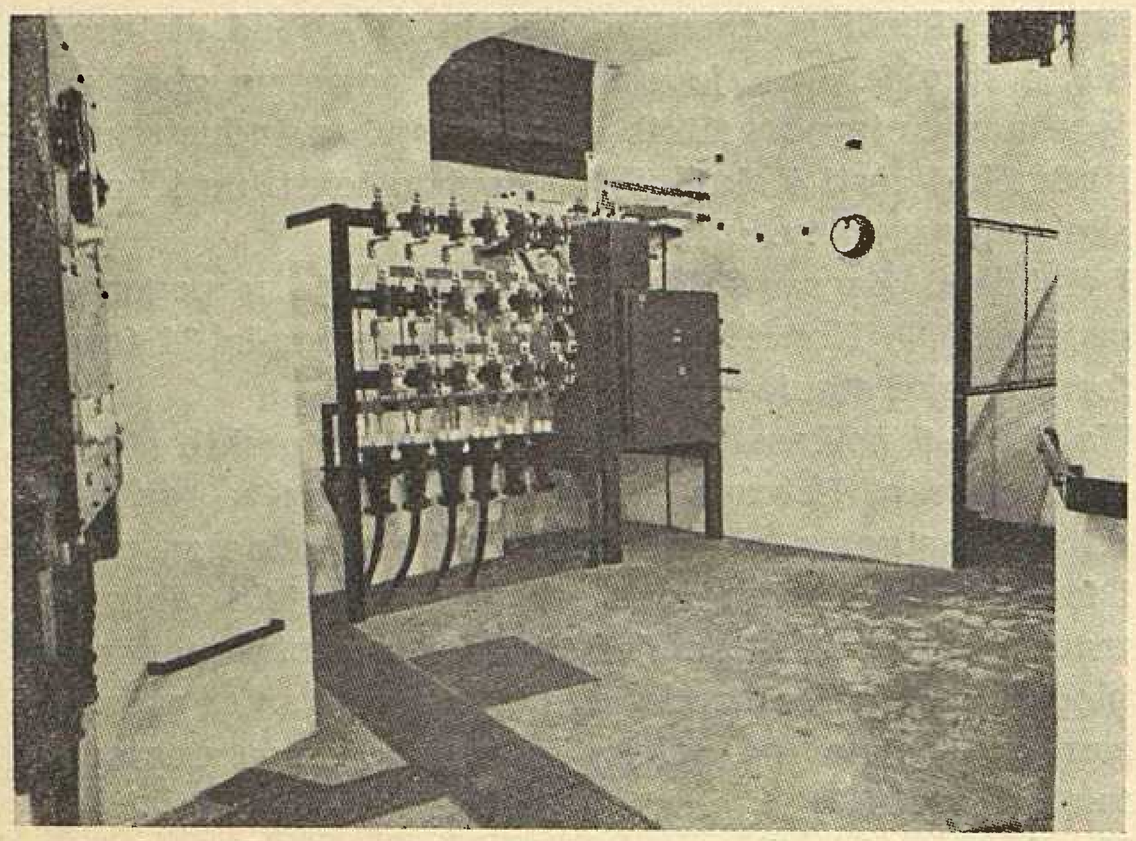
Opsežnim studijem konzumnog područja kako u središtu grada, tako i u industrijskim četvrtima, pokazalo se, da u prvom redu treba osposobiti razdjelnu mrežu za uredno snabdijevanje grada, a zatim da treba pronaći konačno rješenje za razvoj i izgradnju gradske mreže, osobito u središtu grada.

Uspostava normalnog pogona

Prometni i urbanistički razlozi bitno su utjecali na prvu etapu izgradnje razdjelne mreže. Postavljao se zahtjev, da se sa prometnih površina uklone nezgrapne transformatorske stanice i da se ne raskapaju i onako već preuske glavne prometne arterije grada radi polaganja novih kabela, a baš te arterije bile su glavni nosioci opterećenja.

Za izgradnju podzemnih transformatorskih stanica u podesnim podrumskim prostorijama opterećenog središta grada projektirani su bili novi tipovi (1933.). Nestalo je mramornih ploča i metalnih rasklopnica, toliko karakterističnih za stare stanice. Razvod niskog napona vršio se na željeznim stalcima s otvorenom montažom svih dijelova. Iz kabelskih glava u donjem dijelu stalka izlazile su neprekinute kabelske žile u jednom pravcu do sabirnica na gornjem dijelu stalka.

U te žile bili su smješteni osigurači visokog učina. Svi dijelovi bili su pristupačni bez demontaže, a mjernim kliještima moglo se uvijek izmjeriti opterećenje svake žile u kabelu. U glavnim stanicama bile su montirane male (američke) magnetske naprave, koje su privukle kotvu, ako je opterećenje kabela prešlo dozvoljeni iznos. To je vrlo olakšavalo određivanje pravca i mjesta smetnje u slučajevima kratkog spoja.



Sl. 1. Gradska transformatorska stanica u Martićevoj ulici 5000/400 V.

Ćelije visokog napona bile su brižno standardizirane radi jedinstvene izgradnje, a za uljne sklopke bili su upotrebljeni samo prvorazredni proizvodi s rasklopnom snagom od najmanje 150 MVA. Svi rastavljači bili su tropolni, a imali su redovno mehanički zagon. U ovako izvedenim stanicama nisu se više pojavljivale smetnje.

Pojačanje kabelske mreže zadavalo je međutim poteškoća. Budući da se električna energija mogla dovoditi glavnim arterijama (Ilica, parkovi od Zrinjevca do kolodvora i sl.) samo kroz prilazne ulice, moralo se pristupiti uvrštenju novih podzemnih transformatorskih stanica u tim područjima, što je ipak omogućilo svladavanje povećanog konzuma i postojećim kabelskim vodovima niskog napona.

Radi rasterećenja kabela u središtu grada bio je izgrađen, prvenstveno na sjeveru, vanjski pojas s kabelima visokog napona presjeka 3×95 mm². Taj je presjek bio standardiziran za sve nove kabele visokog napona u opterećenom konzumnom području.

Konačno rješenje za izgradnju gradske mreže

Sve te mjere mogle su međutim samo privremeno zadovoljiti. Pristupilo se zato još 1934. studiju konačnog rješenja gradske mreže. Nekako u to doba došla je iz Amerike u Evropu metoda zamkastih razdjelnih mreža niskog napona kao savremeno rješenje za gradske mreže. Prema istraživanjima i pokusima u raznim dijelovima Berlina pokazalo se, da američki sistem ispaljivanja kabela kod defekata ne odgovara za evropske prilike, gdje su kabeli manje opterećeni, pa se ispaljivanje nije moglo uvijek zajamčiti, a i znatna podzemna vlaga nije bila povoljna za takav postupak, nego da treba kabele zaštititi posebnim tipom rastalnih osigurača, koji kod kratkog spoja selektivno isključuju defektni dio kabela. U evropskim prilikama ima takova zamkasta mreža određenu optimalnu veličinu.

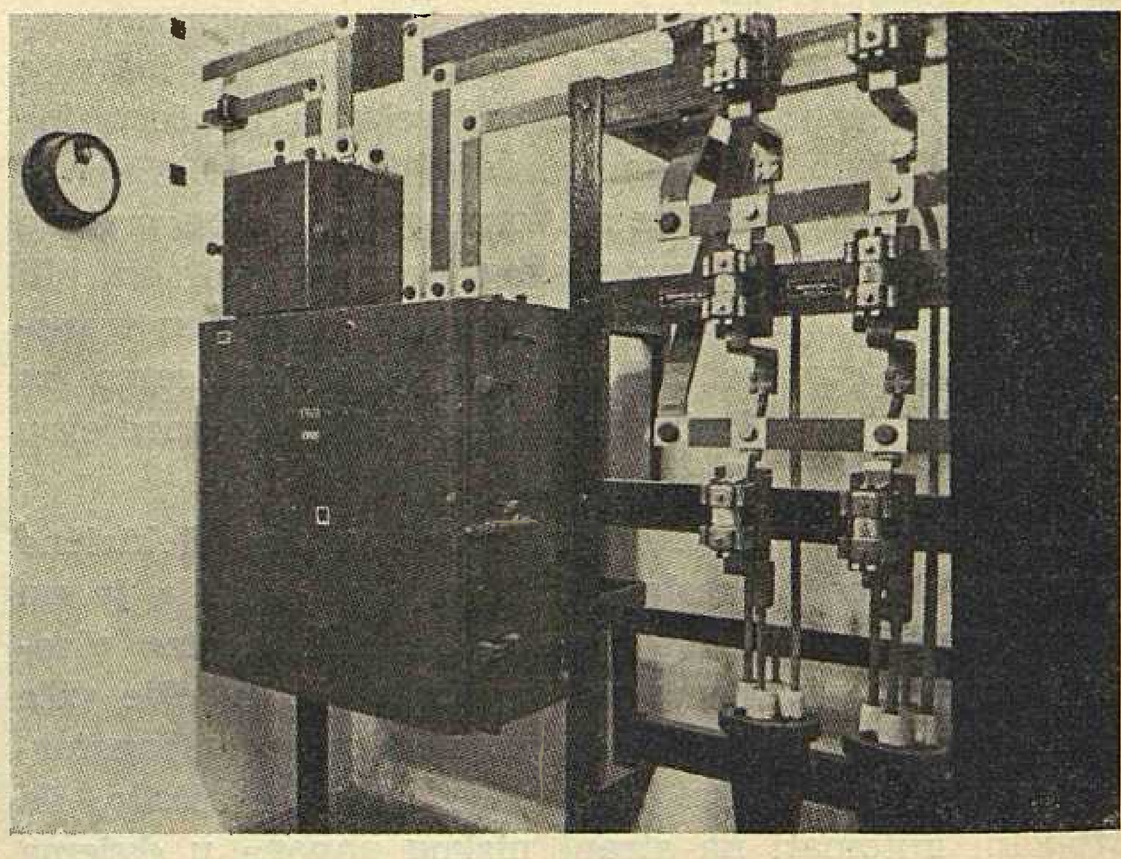
Nakon studija svih prednosti i mana zamkaste mreže, te pregleda pogonskih uvjeta berlinske mreže, bila je donesena odluka, da se uže središte grada izgradi kao zamkasta mreža. U tu mrežu bilo je uključeno područje od Draškovićeve ulice na istoku do Ulice Braće Oreški na zapadu, te od Ilice do željezničke pruge. Taj bi opseg mreže u perspektivnom razvoju imao baš optimalno opterećenje.

Zamkasta mreža stavlja kod izgradnje i posebne tehničke uvjete:

(1) učvoruje se mreža niskog napona i svi kabeli treba da imaju isti presjek, koji odgovara ukupnom opterećenju. Za zagrebačke prilike taj je presjek iznosio 70 mm². Kabeli visokog napona čine radijalnu mrežu, pa i tu treba težiti jedinstvenom presjeku radi pravilnije raspodjele opterećenja. Za zagrebačke prilike taj bi jedinstveni presjek trebao iznositi 95 mm². U radijalnim izdancima iz te središnje mreže neka prosjeci odgovaraju opterećenjima;

(2) kod ispada jednog transformatora dva susjedna treba da preuzmu potpuno opterećenje, stoga se mrežni transformatori opterećuju u normalnom pogonu sa 66% snage. Svi transformatori treba da imaju jednaku snagu, a gustoća transformatorskih stanica ravna se prema opterećenju mreže;

(3) povratne sklopke montiraju se na strani niskog napona kod svih mrežnih transformatora. To su sklopke posebne konstrukcije za zamkaste mreže s motorskim pogonom i automatskim djelovanjem, koje kod



Sl. 2. Povratna sklopka za zamkastu mrežu.

nestanka napona na transformatoru ili kod povratne struje u transformator isključuju transformator, ali ga kod povratka napona automatski opet uključuju;

(4) u svim kabelskim čvorištima postavljaju se podzemni ormari sa selektivnim osiguračima posebne konstrukcije za zamkaste mreže.

U vremenu između 1934. i 1939. pristupilo se postepenom pregrađivanju mreže u središtu grada po uvjetima pogona zamkaste mreže. Snaga transformatora

bila je određena sa 400 kVA prema opterećenju toga dijela mreže. Povratne sklopke dobavile su njemačke tvornice *Siemens* i *A. E. G.*, a kabelski ormarići za čvorišta bili su izrađeni u zemlji (*Noris* k. d.) osim osigurača, koje je dobavila njemačka tvornica *Voigt i Haeffner*.

Uslijed ratnih okolnosti rad je na izgradnji zamkaste mreže zastao i ona do danas još nije stavljena u pogon.

Za konačni proračun zamkaste mreže bio je 1935. konstruiran istosmjerni model mreže sa 150 čvorova kao univerzalni analizator, koji je mogao služiti i za proračune gradske mreže i za rješavanje drugih elektrotehničkih problema. Instrumenti i ostali materijal bili su dobavljeni još prije rata, ali je analizator bio stavljen u pogon tek nedavno (listopad 1956.). Potporna točka za snabdijevanje istočnog dijela grada *Uklopna II* u Branimirovoj ulici, vezana kabelom od 30 kV (3×50 mm²) s elektranom u Zagorskoj ulici, preuzela je uslijed porasta potrošnje gotovo 50% ukupnog opterećenja grada. Nastala je stoga potreba, da se između elektrane i ove stanice položi još jedan kabel 30 kV (3×50 mm²). Taj je kabel bio 1939. naručen kod tvornice *Incet* u Torinu (Italija) i 1940. stavljen u pogon. Ova se prilika iskoristila, da se domaći kabelski stručnjaci izobraze u tvornici u radu s kabelskim materijalom 30 kV.

Osnovna načela za snabdijevanje grada

Kod studija o izgradnji razdjelne mreže u središtu grada bilo je potrebno postaviti opća osnovna načela za uredno snabdijevanje čitavog gradskog područja električnom energijom. Energetskoj potražnji u Zagrebu najbolje je odgovarao ovaj način izgradnje:

(a) uže središte grada s velikim specifičnim opterećenjem opće potrošnje treba izgraditi kao jedinstvenu zamkastu mrežu na niskom naponu, koja se snabdijeva iz kabelskog sistema visokog napona od 5000 V;

(b) prsten gradskog područja oko zamkaste mreže, koji je gusto naseljen treba snabdijevati otvorenom kabelskom mrežom niskog napona, koja se napaja iz istog kabelskog sistema visokog napona. Razvodne kabele treba načelno na oba kraja uvoditi u transformatorske stanice, da se opterećenja prema potrebi mogu prebacivati na čvorne točke. Kabele treba napajati samo s jednog kraja;

(c) gradska područja otvorenog načina gradnje s malim opterećenjem treba opskrbiti podzemnim kabelskim vodovima, koji radijalno izlaze iz transformatorskih stanica. Ove se stanice napajaju izdancima kabela visokog napona iz središnjeg gradskog područja;

(d) periferijska gradska područja s vrlo malim specifičnim opterećenjem treba iz ekonomskih razloga snabdijevati nadzemnim vodovima, ali i na tom području vrši se snabdijevanje stanica podzemnim kabelima visokog napona;

(e) industriju i velike potrošače treba priključivati neposredno na mrežu visokog napona, kadgod je to moguće. Zamkastu mrežu ne treba opterećivati ovakovim potrošačima;

(f) priključivanje kabela i vodova visokog napona treba izvoditi samo u stanicama, a nikako odvajanjem od voda ili kabela. Takovi čvorovi su nepristupačni i otežavaju pogonske manipulacije kod smetnji;

(g) čitavu razdjelnu mrežu grada treba pripremiti za prijelaz na napon od 10 kV i svi novi kabeli, koji će se položiti, neka već budu izvedeni za taj pogonski napon.

2. 2. Proširenje opskrbnog područja

Poslije I. Svjetskog rata proširila se razdjelna mreža preko čitavog unutarnjeg gradskog područja. Tek 1929., osnutkom Udruženih Električnih Centrala, bile su prekoračene gradske međe i elektrifikacija se naglo širila na okolicu grada.

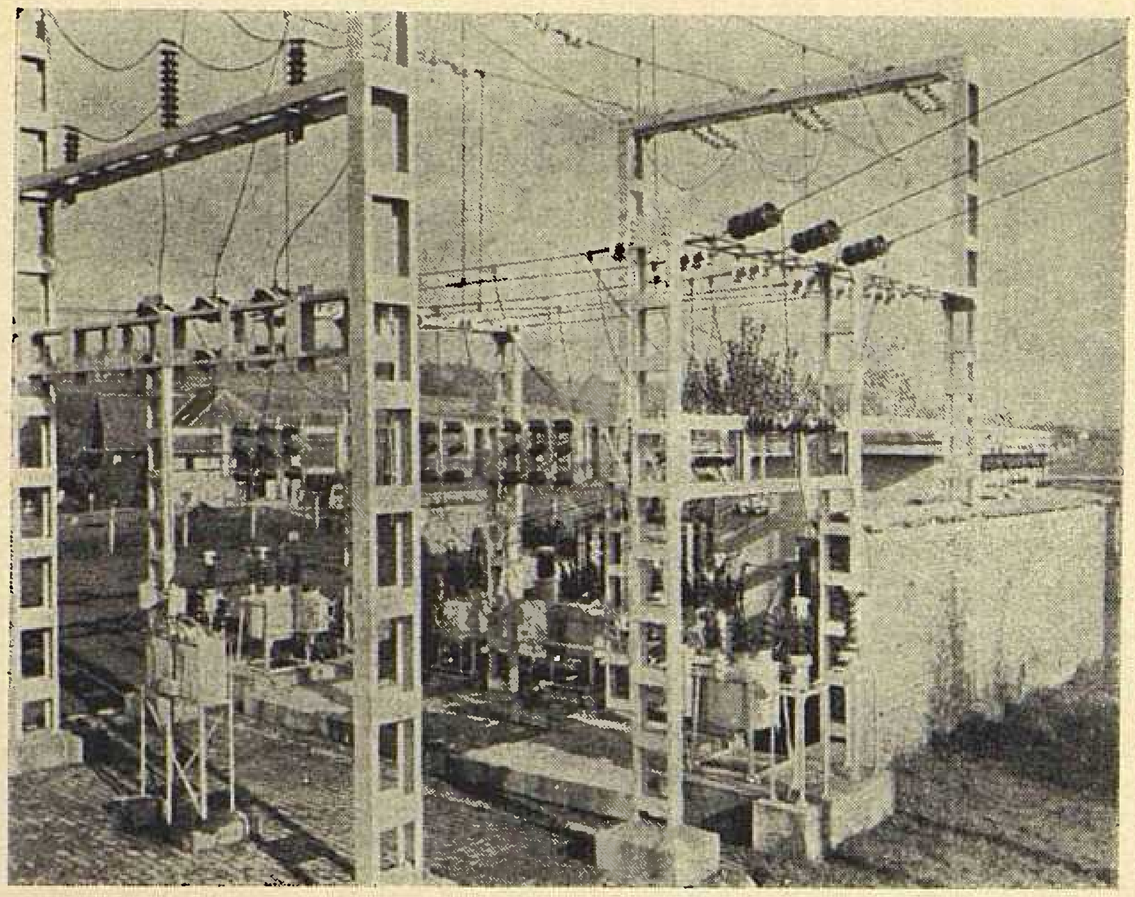
Vanjska mreža

Iz pogonskih razloga bili su sjedinjeni svi vodovi izvan grada u posebnu jedinicu »vanjska mreža«. Kod izgradnje dalekovoda 30 kV Zagreb—Karlovac (1929.) bila su na dijelu trase do Podsuseda (9,3 km) odmah izgrađena dva voda, jedan (3×50 mm²) za Karlovac, a drugi (3×70 mm²) za predviđene opsežnije elektrifikacione radove u Zagorju. Radi priključka Tvornice cementa bila je u Podsusedu izgrađena transformatorska stanica 30/10 kV, koja je preuzela i napajanje vodova 10 kV za elektrifikaciju šireg područja oko Podsuseda.

Radi znatne udaljenosti potrošača, a i iz razloga standardiziranja izgradnje bila je sva vanjska mreža odmah izvedena za 10 kV. Zapadna predgrađa i sjeverna sela (Podsused, Šestine, Gračani i dr.) bila su elektrificirana tim naponom, a 1935. dobiva i Sljeme priključak kabelom (10 kV, 3×10 mm²) u posebnoj izvedbi za polaganje na strmim planinskim obroncima. Tom su se prilikom mogla priključiti i ostala sela Prigorja, na južnim obroncima Zagrebačke gore. Elektrifikaciju područja južno od rijeke Save provodile su Udružene električne centrale.

Sistematskim radom na elektrifikaciji i potencijalom svoje elektrane postao je Zagreb brzo nosiocem elektrifikacije na čitavom području, koje ekonomski, kulturno i politički gravitira prema njemu. Za takovu širu elektrifikaciju trebalo je izgraditi glavne prenosne vodove višeg napona. Ta je izgradnja započela 1934. podizanjem dalekovoda 30 kV (3×70 mm², 21,6 km) od Zagreba do Božjakovine, kao dio već ranije trasirane magistrale Zagreb—Koprivnica. U Božjakovini je bila podignuta i glavna transformatorska stanica 30/10 kV. To je bio prvi pokušaj, da se stanice 30 kV izgrade na slobodnom, Dalekovod je bio pri-

ključen na *Uklopnu II* kabelom 30 kV (3×50 mm², 4,8 km). Dugoselo i okolica bili su elektrificirani vodovima 10 kV, a 1937. povučen je bio i glavni vod u Posavinu do Ivanića (10 kV, 3×70 mm², 14 km). Godinu dana kasnije taj je vod Banovinsko električno poduzeće produžilo do Banove Jaruge.



Sl. 3. Transformatorska stanica *Božjakovina* 30/10 kV.

U okviru planske elektrifikacije ovog područja bio je zaključen ugovor s gradom Bjelovarom, koji je onda imao samo dotrajalu plinaru. Zato je bio 1938. produžen dalekovod 30 kV od Božjakovine do Križevaca (3×70 mm², 30,4 km). Tu je bila izgrađena glavna transformatorska stanica 30/10 kV, a odavle se nastavlja dalekovod 10 kV do Bjelovara. Radi velikih varijacija napona bio je postavljen automatski regulacioni transformator 1000 kVA, da napon u Bjelovaru drži konstantnim. Godinu dana kasnije (1939.) bila je gradska mreža i u Križevcima pregrađena na trofaznu struju, jer je grad već od 1913. imao centralu istosmjerne struje. Ta mu je pregradnja omogućila znatno proširenje svog opskrbnog područja. Razvoj prilika nije dozvolio, da se elektrifikacija još prije drugog rata proširi na Podravinu.

2.3. Prijenos električne energije u zagrebačko područje

Ponude »Fale a. d.«

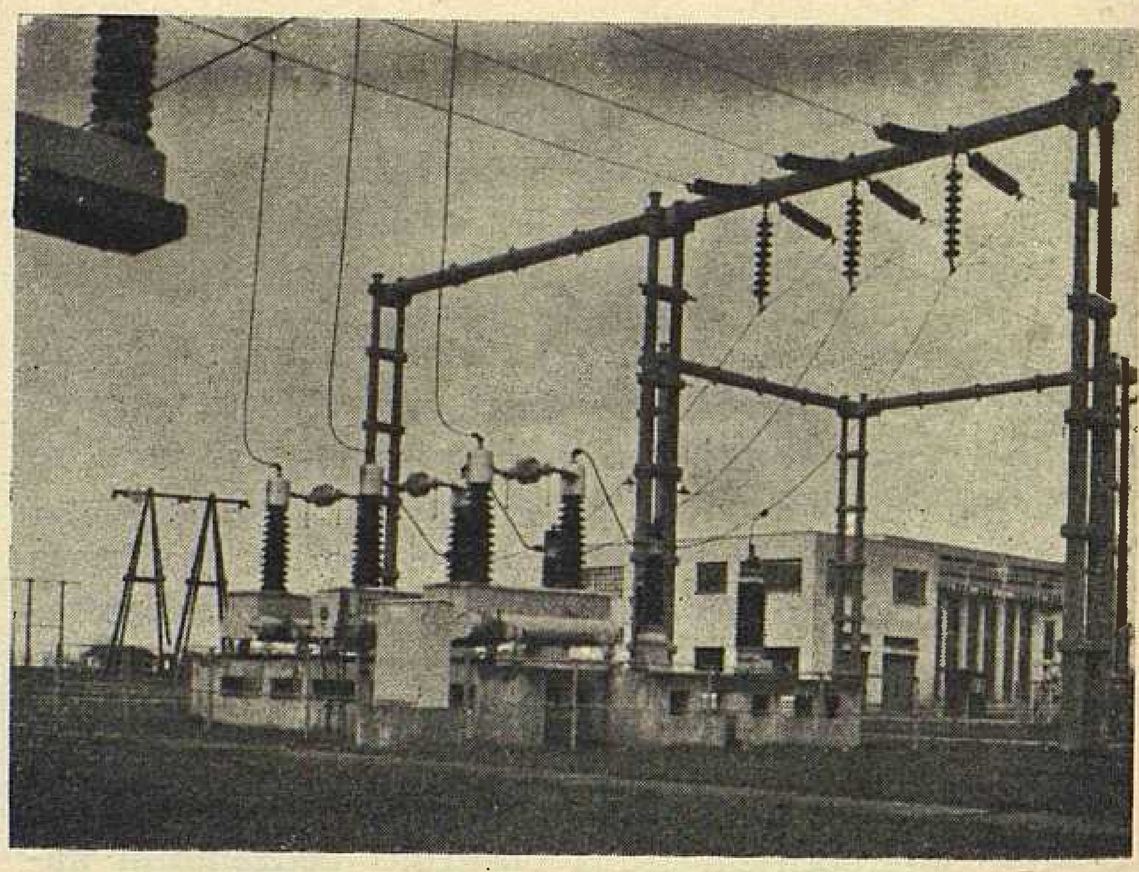
U nastojanju, da za svoju energiju nađe povoljnije financijske uvjete, stavila je uprava elektrane *Fala* odmah poslije prvog svjetskog rata ponudu gradu Zagrebu za dobavu električne energije. Uvjeti švicarskog kapitala, vlasnika te elektrane, bili su i suviše nepovoljni, pa nije došlo do sklapanja ugovora. Godine 1937. *Fala* je stavila novu ponudu za dobavu energije, po kojoj bi Gradska električna centrala izgradila dalekovod 80 kV od Slovenske Bistrice do Zagreba, kao odvojak od voda Fala—Laško, ali bi se potrošena energija obračunavala na mjestu preuzimanja u Zagrebu. Tehnički i financijski uvjeti *Fale* bili su vrlo teški za grad Zagreb. Kako se u to vrijeme raspravljalo i o izgradnji tvornice aluminija, zainteresirao se Zagreb za takovu tvornicu. Grad je predvidio, da bi za vrijeme povoljnih vodostaja na Dravi energiju dobavljala *Fala*, a kod niskih vodostaja zagrebačka termoelektrana na taj način, da bi *Fala* kompenzirala potrošak termoenergije u vrijeme povoljnih voda po cijeni određenoj za aluminij. Kad je tvornica aluminija bila konačno smještena u Lozovac, a *Fala* nije mogla pružiti povoljnije uvjete za svoju struju, odustao je grad Zagreb od zaključenja ugovora.

Jadranski dalekovod »Dalmatienne«

Početkom tridesetih godina, kad je *SUFID* predao svoje elektrane i tvornice u Dalmaciji francuskom društvu *DALMATIENNE*, trebalo je naći konzum za veliki kapacitet elektrane *Kraljevac* na Cetini. Društvo je pregovaralo s gradom Zagrebom i predložilo (1932.), da će o svom trošku izgraditi jadranski dalekovod od 100 000 volti, ako se grad obveže na preuzimanje neke minimalne količine električne energije. Grad je bio spreman da takovu obvezu preuzme. Međutim nastala gospodarska kriza onemogućila je društvu da pribavi potreban kapital za tu gradnju.

Dalekovod 110 kV Brestanica — Zagreb

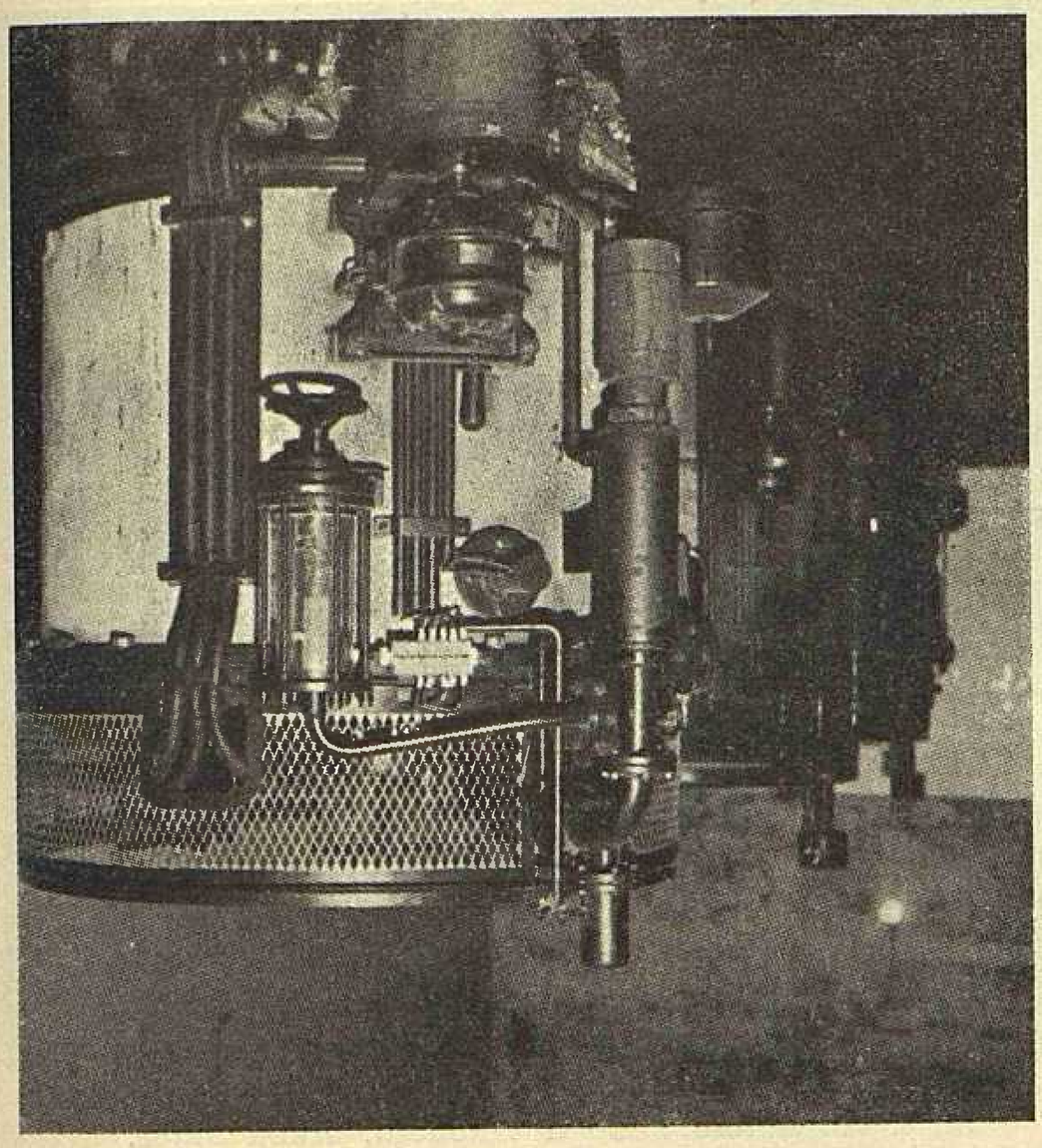
Energetska kriza u zagrebačkom opskrbnom području stalno se pogoršavala i nije bilo izgleda, da će se moći brzo riješti, pa kad je 1939. bila naručena termoelektrana na rudniku *Senovo* kod Rajhenburga, Gradska električna centrala u Zagrebu pripremala je već tada izgradnju dalekovoda 110 kV i transformatorske stanice 110/30 kV u Podsusedu. Kad je zatim ta elektrana krajem 1942. bila stavljena u pogon s jednim agregatom od 12.500 kW, sklopilo je *Državno električno poduzeće (DEP)* ugovor s poduzećem *Energieversorgung Südsteiermark A. G.* u Grazu, tadašnjim vlasnikom te elektrane, za dobavu energije Zagrebu.



Sl. 4. TS *Rakitje*, polje dalekovoda 110 kV.

Dalekovod 110 000 V od elektrane do sela Rakitja (kod Podsuseda) u dužini od 50 km (3 × 120 mm², užeta od čistog aluminija na drvenim portalnim stupovima) bio je izgrađen zajedničkim troškovima i stavljen pod napon u rujnu 1943. Od Rakitja do

Podsuseda bio je povučen provizoran vod od 30 kV i priključen na postojeći dalekovod do Zagreba 3×70 mm². U Zagrebu je bio postavljen regulacioni transformator od 8 000 kVA za predaju energije gradskoj mreži. U prvo vrijeme vršio se prijenos naponom od 30 kV, međutim je bilo predviđeno, da će se središnja transformatorska stanica za taj prijenos na



Sl. 5. Ispravljači za tramway u Zagorskoj ulici

110 kV izgraditi u Sv. Klari, južno od Zagreba. Planovi su bili izrađeni, ali je gradnja mogla započeti tek 1946. Uslijed smještaja vojnih objekata na tom području gradnja je bila obustavljena, a do izgradnje drugog podesnog rješenja bila je postavljena provizorna transformatorska stanica u blizini željezničke stanice Klara. U to je vrijeme bio izgrađen i spojni dalekovod 110 kV od Rakitja do Klare, a transformatori Vinodolskog postrojenja dopremljeni iz Švicarske. Ova je stanica radila najprije na 80 kV, a kasnije je prešla na 110 kV, kad je i vod Fala — Laško — Brestanica prešao na taj napon.

Izgradnja elektroenergetskog sistema u susjednoj Sloveniji omogućila je Zagrebu, da putem dalekovoda Brestanica—Zagreb pokriva manjkove u svojoj energetskoj bilanci i povlači električnu energiju potrebnu opskrbnom području sjevero-zapadne Hrvatske.

2. 4. Saradnja Zagreba i Banovinskog električnog poduzeća

Kad je u srpnju 1937. osnovano Banovinsko električno poduzeće *(BEP)* sa zadatkom, da snabdijeva široka područja električnom energijom i da izgradi velike izvore energije, prvenstveno vodne snage, pojavila su se pitanja prestiža između tada najjačeg električnog poduzeća — Gradske električne centrale u Zagrebu i novog poduzeća. Ovo neslaganje nije bilo na korist ni jedne strane. Ipak bili su postignuti i pozitivni rezultati. Među drugim svojim projektantskim radovima BEP je izradio i opsežniju osnovu za elektrifikaciju Savske doline, Hrvatskog Zagorja i Dravske doline i počeo već izgrađivati prve uređaje, ali na tom području još nije imao svoj izvor energije, nego mu je električnu struju davala Gradska električna centrala *(GEC)* u Zagrebu iz svojih vodova.

Nastupom ratnih okolnosti snabdijevanje energijom postalo je teško i skopčano s velikim naporima oko nabave goriva. U to je vrijeme (u svibnju 1941.) Banovinsko električno poduzeće prešlo u Državno električno poduzeće s novom upravom. Nešto zajedničke teškoće ratnog pogona, a nešto tolerantniji odnosi vodećih ličnosti ublažili su međusobne nesuglasice i doveli do spoznaje, da se napredak elektroprivrede u zemlji može postići samo potpunom i lojalnom saradnjom. U tu svrhu započeli su u ožujku 1943. pregovori između *DEP*-a i *GEC*-e, koji su 27. rujna 1943. doveli do sklapanja ugovora o saradnji.

Svrha je tog ugovora bila, da se učini prvi korak u racionalnom električnom gospodarstvu u sjevero-zapadnom dijelu zemlje. To se međutim moglo postići samo onda, ako su poslovni odnosi ugovornih poduzeća bili potpuno uređeni i jasni. Zato su obje ugovorne strane izrazile spremnost međusobnog sarađivanja na svim pitanjima električnog gospodarstva. Ta međusobna saradnja odnosila se »na dobavu i izmjenu električne energije, na plansko električno gospodarstvo, na zajedničko ustanovljenje uvjeta za dobavu i prodaju električne energije, te na međusobno pomaganje u svim pitanjima dobave i opskrbe električnom energijom« (član 1 ugovora).

Gradska električna centrala u Zagrebu bila je jedini veleprodavač električne energije na području, koje ekonomski, kulturno i socijalno gravitira prema Zagrebu, a po tom ugovoru ne samo da je zadržala svoje opskrbno područje, nego si je osigurala i dobavu potrebnih količina električne energije iz novih izvora,

Sl. 6. HE *Nikola Tesla* u Vinodolu, bušenje prilaznog tunela.

koje je DEP počeo izgrađivati. Osim toga termoelektrična postrojenja GEC-e služila su i kao pogonska rezerva za opskrbno područje druge ugovorne strane. S druge strane DEP je u prvom času dobio dobavljača energije za svoje sjevero-zapadno opskrbno područje, a

za nove elektrane sigurnog velikog potrošača, koji je mogao odmah od početka jamčiti gospodarsku rentabilnost novih izvora energije. Ne treba zaboraviti, da su elektrane Zagreba i Karlovca zajedno imale 75% čitavog konzuma Sjeverne Hrvatske.

Tako su oba ugovorna poduzeća imala neposredne koristi od sklopljenog ugovora. Od tog dana njihova se saradnja odvijala u potpunom skladu međusobnih interesa. No to nije bila jedina prednost tog ugovora. Uskom saradnjom ujednačila su se ta elektroprivredna poduzeća u tehničkom i gospodarskom pogledu u tolikoj mjeri, da je odmah poslije rata mogla uspješno započeti socijalistička izgradnja elektroprivrede u Hrvatskoj na konsolidiranim temeljima dvaju najvećih elektrifikacionih činilaca tog područja.

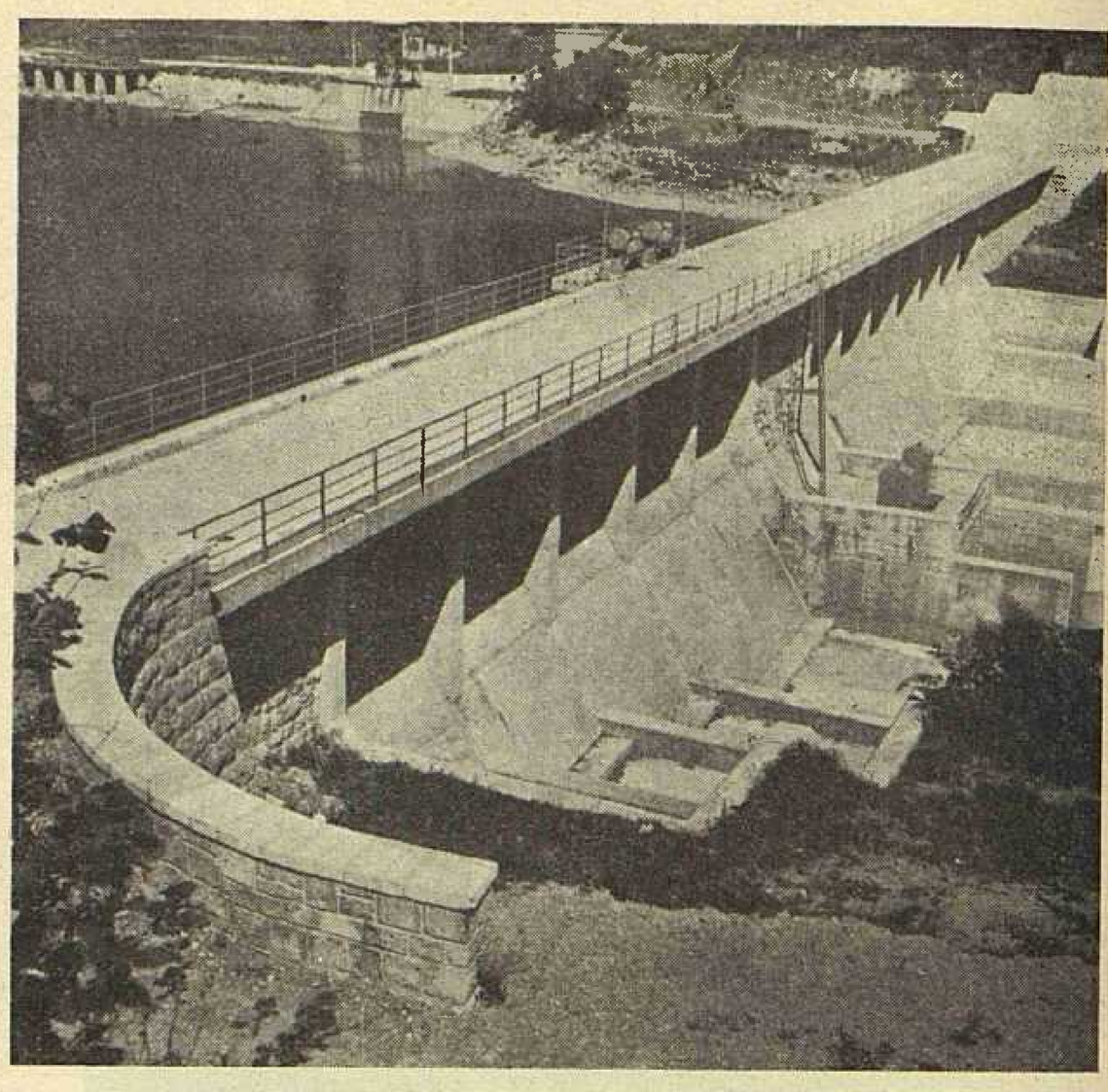
•

Hidroelektrana Lika — Gacka

Banovinsko električno poduzeće (*BEP*), počelo je tražiti podesne izvore energije za opskrbu ne samo svog konzumnog područja, nego i zagrebačkih potrošača. Pripremni radovi započeli su 1938. studijem starih projekata društva *Adriatique électricité* iz godine 1911/12, koji su predvidjeli izgradnju velike hidroelektrane kod Sv. Jurja, južno od Senja, na bazi vodâ potoka Like i Gacke. Ta se energija trebala prenositi do Zagreba dalekovodom od 70 000 V, za ono vrijeme vrlo visokim prenosnim naponom. Zakonom Hrvatskog sabora iz 1912. te su vode bile proglašene narodnim dobrom i prvenstvo u korištenju tih voda imala je javna ruka. Kod nastupa prvog svjetskog rata 1914. rad je na tom projektu zamro. U

Sl. 7. HE *Nikola Tesla* u Vinodolu, brana Lokvarke (prije dovršenja).

toku studija i istraživanja pokazalo se, da je za brzu izgradnju povoljnija hidroelektrana na bazi vodâ potoka Ličanke i Lokvarke, koja je bliža glavnom konzumnom području, a ne zadaje toliko problema kod rješavanja projekta. Bila je zato donešena odluka, da se najprije izgradi ova elektrana — poznata pod imenom *Hidroelektrane Vinodol* —, a da se nastavi istražnim radovima za elektranu na vodama Like i Gacke. Ti se radovi danas provode intenzivno pod naslovom *Hidroelektrana Senj*. Ovo će biti bazička hidroelektrana za snabdijevanje sjevero-zapadnog dijela zemlje, kamo spada i šire konzumno područje grada Zagreba.



Sl. 8. HE *Nikola Tesla* u Vinodolu, brana Bajer.

Hidroelektrana Vinodol

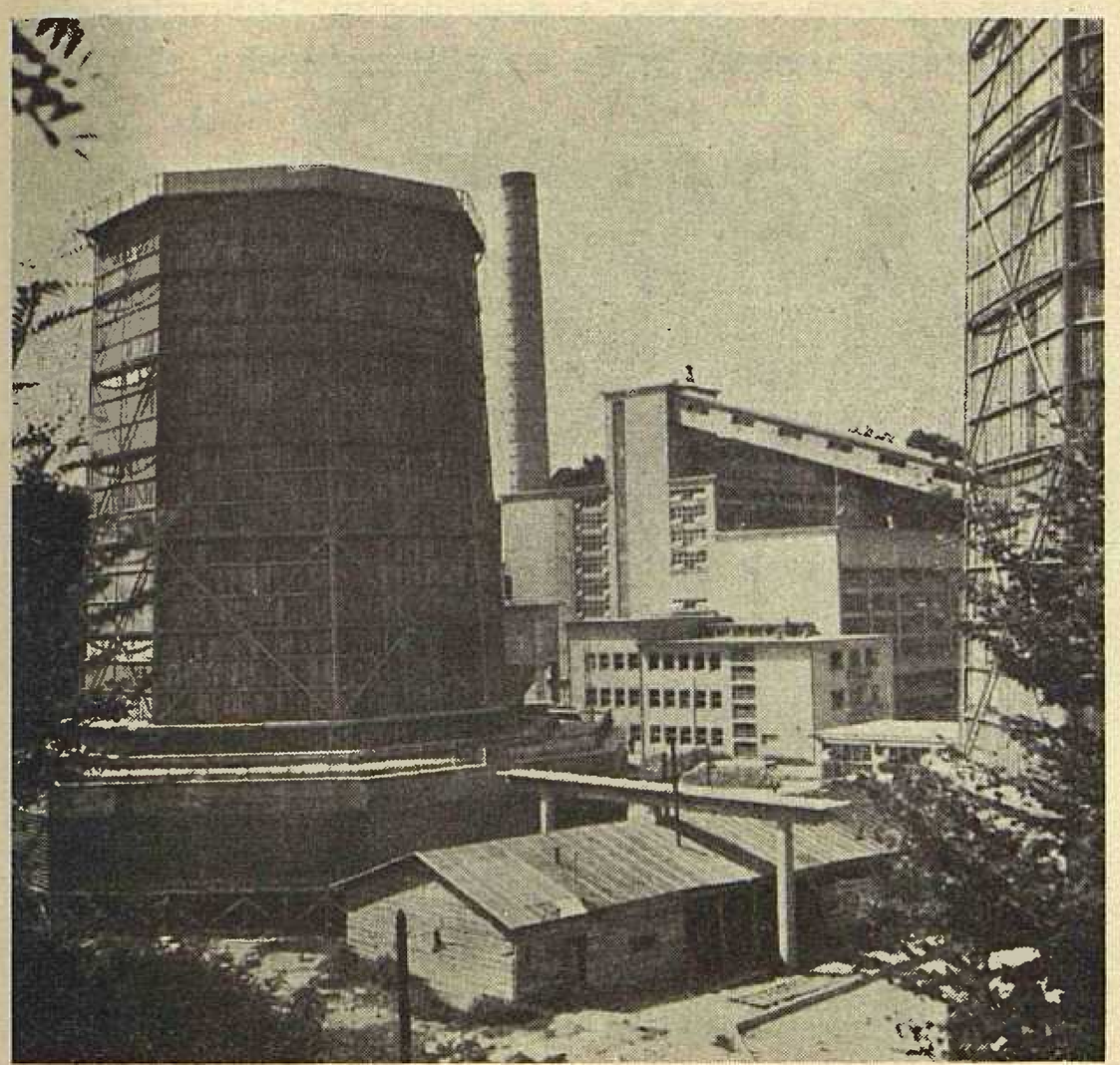
Nakon pripremnih i studijskih radova od jedva godinu dana započelo je Banovinsko električno poduzeće 1939. izgradnjom ove hidroelektrane, jer je obećavala, da će najbrže moći riješiti teškoće u dobavi električne energije zapadne Hrvatske. Međutim se uslijed ratnih prilika gradnja morala obustaviti, ali se nastavila odmah poslije rata i 1952. ova je hidroelektrana preuzela predviđenu ulogu u snabdijevanju električnom energijom zapadnog bazena kao vrlo korisna vršna elektrana s instaliranom snagom od 84 MW, godišnjom proizvodnjom od p. p. 200 000 000 kWh i značajnom akumulacijom u *Omladinskom jezeru* kod Lokava.

Termoelektrana DEP-a

Ratne prilike ometale su izgradnju hidroelektrana, a potrebe na energiji stalno su rasle. DEP je stoga nastojao, da izgradi bar termičke izvore energije i tako opskrbi Zagreb i svoje područje električnom energijom. *TE Zagorje* činila se, da će se moći najbrže ostvariti. Ugljeni rudnici su postojali, a oprema se dijelom nabavila u Švicarskoj zamjenom strojeva iz prve narudžbe za *Vinodol* i dijelom novim narudžbama u Njemačkoj (1943.)). Projekti su bili dovršeni, ali se uslijed ratnih djelatnosti nije moglo započeti izgradnjom. Poslije rata materijal iz Švicarske upotrebio se za gradnju *TE Konjščina-Jertovec*, dok su narudžbe u Njemačkoj propale.

Termoelektrana »Oriovac«

Državnom električnom poduzeću *(DEP)* bila su 1942. stavljena na raspolaganje tri parna turboagregata po 10 000 kW sa kotlovima od 60 t pare na sat njemačke proizvodnje, koje je prije rata bio naručio



Sl. 9. TE *Jertovec* u Konjščini.

Jugočelik a. d. za elektranu u Brezi. Nakon provedenih ispitnih radova bilo je zaključeno, da se ta oprema koristi za izgradnju nove termoelektrane u selu Lužani kod Oriovca. Ta bi elektrana snabdijevala Zagreb energijom sa istočne strane, a služila bi i kao izvor energije za elektrifikaciju Slavonije. U tu svrhu produžio bi se vod 100 000 V iz *Vinodola* od *Zagreba* do *Oriovca*. Lignitska ležišta između Batrine i Broda (u Psunju i Dilj-Gori) trebala su služiti kao ugljena baza te elektrane, dok je rijeka Orljava trebala davati potrebnu vodu za pogon. U međuvremenu (1943.) Nijemci su tu opremu oduzeli za Borske rudnike, a za naknadu bili su zaključeni ugovori s njemačkim tvornicama za dobavu dva parna turboagregata po 12 500 kW i dva kotla po 60 t pare na sat s ostalim pomoćnim uređajima. Idejni projekti su bili dovršeni i predvađali su 3 bloka (kotao — turbina — transformator). Ni do početka gradnje, a ni do otvaranja rudnika nije došlo, a narudžbe su propale svršetkom rata.

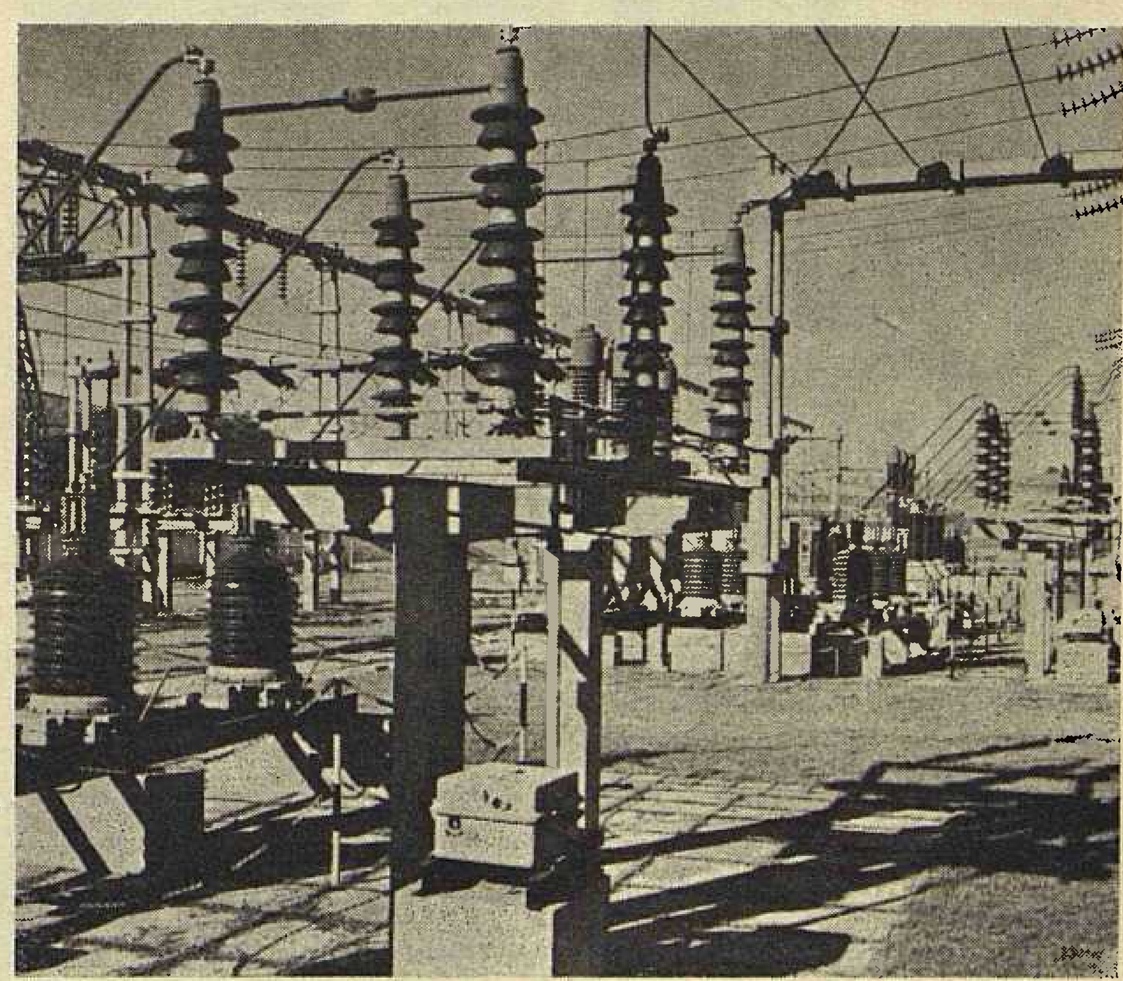
Odranski projekat

U želji da Zagreb dobije riječnu luku na Savi bio je 1937. izrađen projekat Odranskog kanala, kao najpovoljnijeg vodenog puta od Siska do Zagreba. Puštanje vode iz rijeke Save u taj kanal koristilo bi se za proizvodnju električne energije u maloj hidroelektrani od oko 5000 KS, koja bi mogla biti u pogonu 7 do 9 mjeseci godišnje. DEP je bio preuzeo, da će u okviru izgradnje Odranskog kanala izgraditi i vršiti pogon te male elektrane. Poslije rata rad na projektu Odranskog kanala opet je započeo, ali je onda bio odložen za kasnije vrijeme, pa tako nije došlo ni do izgradnje ove male elektrane neposredno na gradskom području.

2. 5. Ponude zajmova za gradnju nove elektrane

Grad Zagreb tražio je već od 1932. načina i mogućnosti, da sagradi novu elektranu za snabdijevanje svog potrošačkog područja. U toku dviju slijedećih godina bilo je primljeno nekoliko ponuda, uglavnom iz Pariza, koje su nudile gradu zajmove za javne radove. U ove se ubrajala izgradnja nove elektrane, novog vodovoda na desnoj obali Save, a event. i izgradnja novog željezničkog mosta. Svi ponuđači stavljali su uvjet, da će radove provoditi oni svojim poduzećima, a gradu samo dostaviti obračune, koje će on priznati kao dijelove odobrenog zajma. Svi traže kao garanciju zalog prihoda od tramvaja, vode, plina i električne energije, te zalog gradskih trošarina, jer grad nije pristao, da svoju elektranu preda stranim koncesionarima. Među ponuđačima bilo je ozbiljnih poduzeća, ali bilo je i takovih s vrlo ograničenom trgovačkom i kreditnom sposobnošću.

Poduzeća *Société des Études pour construction des centrales électriques* i tvrtka *Albert Dufour, Ingénieur-Constructeur,* oboje iz Pariza, spadali su među ozbiljne ponuđače za zajmove od 50 milijuna franc. franaka, ali su im financijski uvjeti bili neprihvatljivi za grad, pa tako nije došlo do zaključenja ugovora.



Sl. 10. TE *Jertovec* u Konjščini, rasklopno postrojenje 110 kV.

Tvrtka *Coal Trading & Shipping (France),* francusko-alžirsko poduzeće, nudilo je zajam od 100 milijuna franc. franaka, ali njezin slabi trgovački bonitet nije dozvoljavao gradu nikakove poslovne transakcije s tim poduzećem.

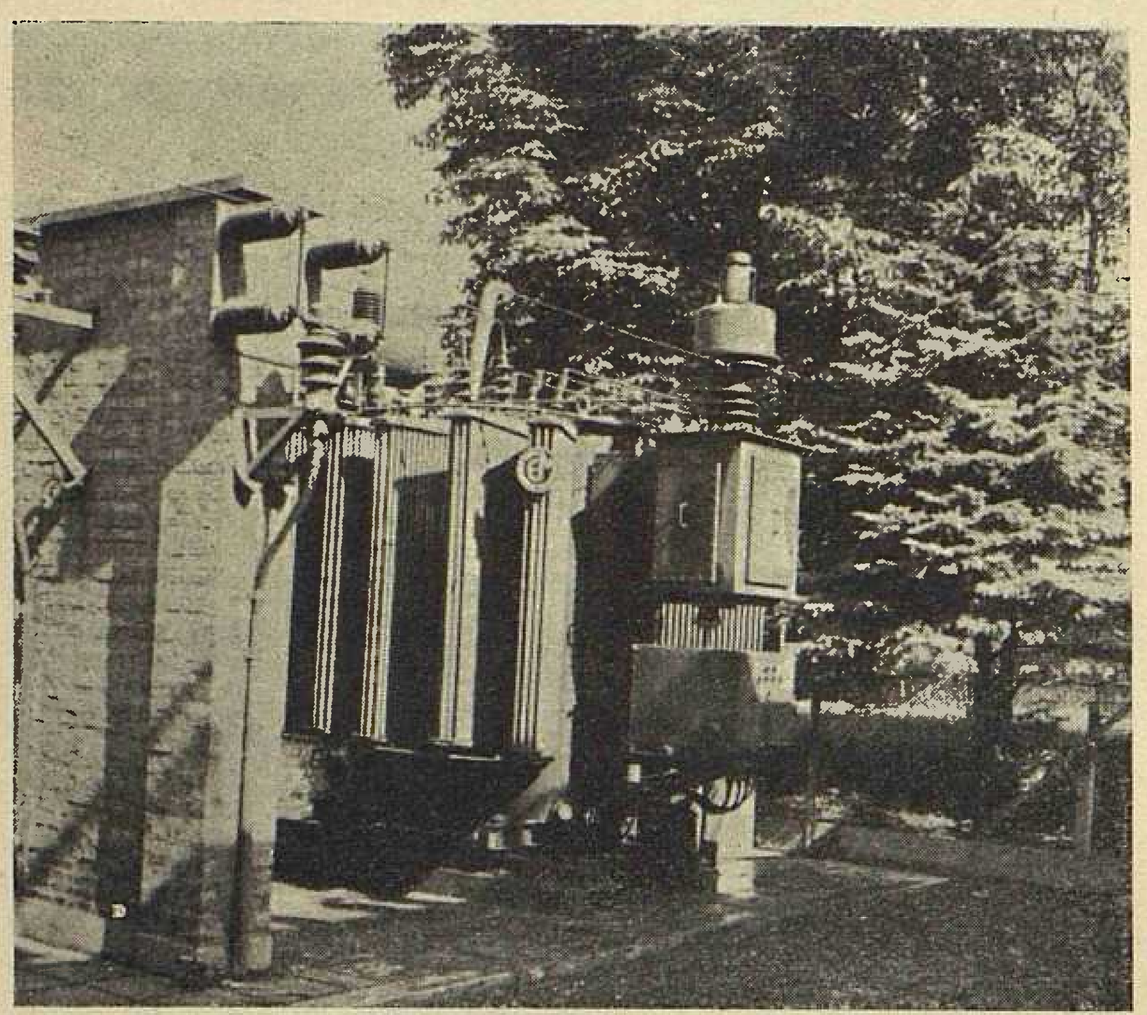
3. RAZVOJ MREŽE U RAZDOBLJU OD 1945. DO 1948. GODINE

Ing. Ladislav Padjen

Usprkos velikim štetama, što ih je II. svjetski rat prouzročio na svim područjima, zagrebačka je električna mreža, bar na gradskom području, prošla isto kao i u I. svjetskom ratu gotovo bez ikakvih oštećenja. Na području samog grada od cijele mreže oštećeni su bili bombardiranjem samo kabeli 30 kV i neki kabeli 10 kV, dok je sva ostala mreža bila posve sačuvana.

Opće stanje mreže, međutim, nije bilo zavidno. Zagreb je primao električnu energiju iz svega tri elektrane: svoje, Ozlja i Rajhenburga (elektrana snage 12 MW, povezana sa Zagrebom vodom izgrađenim za napon 110 kV, ali pod naponom 35 kV od 4. XI. 1943. sve do g. 1948.).

Mreža se je nekad, vjerojatno s punim pravom, smatrala jednom od najboljih na jugoistoku Evrope, dok je sada, zbog gotovo nikakve izgradnje za vrijeme rata, bila već preslaba, a dijelom i nepropisno izvedena

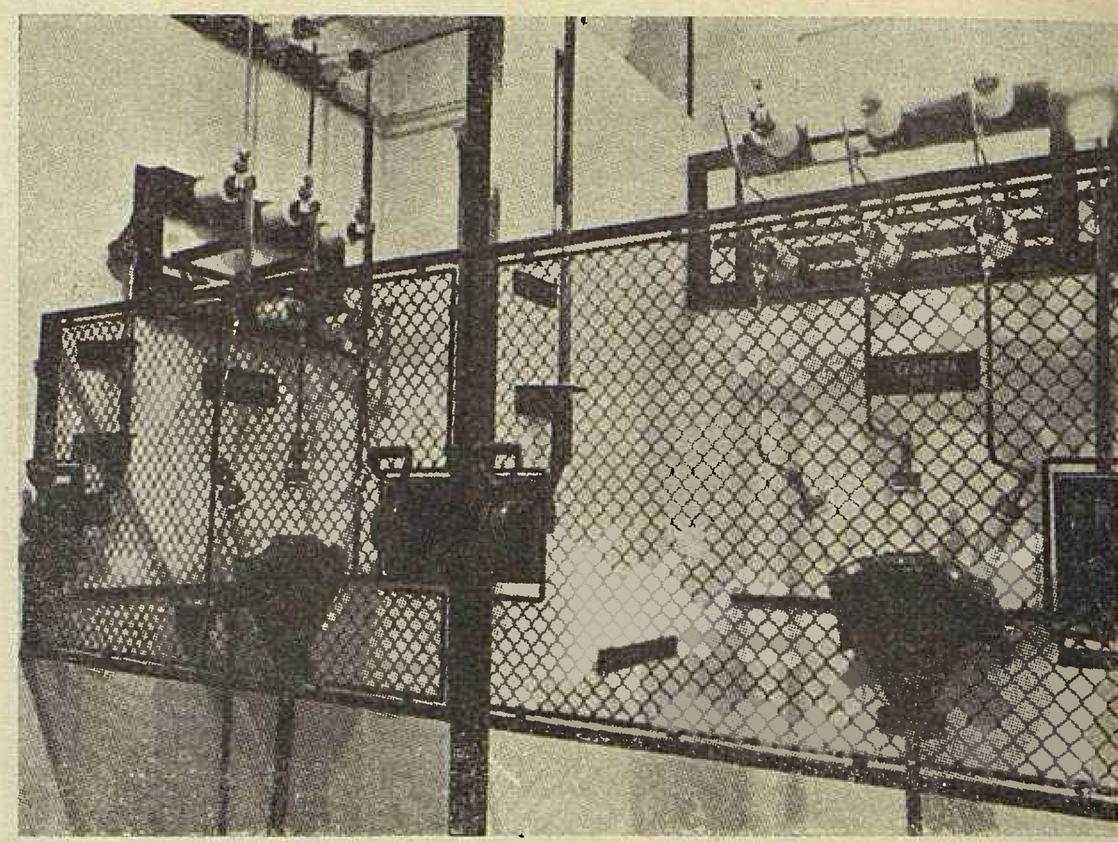


Sl. 1. Transformator 30/5 kV, 10 MVA u TS Zagorska 1

(neki su vodovi za vodiče imali bodljikavu žicu!). Sretna je okolnost međutim bila u tome, da su skladišta Gradske električne centrale bila puna, a nisu manjkale ni veće količine kabela. Osim toga u samom gradu mreža nije imala većih nedostataka. Naročito su dobro bile izvedene transformatorske stanice, kojima se jedino moglo prigovoriti u pogledu hlađenja, što je međutim došlo do izražaja uglavnom tek kasnije, kad je opterećenje počelo naglo rasti. Tako se je isto pomanjkanje nekih poprečnih kabelskih veza u mreži 5 kV opažalo redovito samo u slučajevima kvarova na kabelima, kad bi poprečne veze omogućile prebacivanje opterećenja na zdrave kabele.

Najveća poteškoća u prvim godinama nakon rata nije bila u mreži, nego u nesigurnosti dobave električne energije iz izvora. Zagrebačka elektrana imala je već onda dotrajale kotlove, elektrana u Ozlju bila je preslaba, a na vodu iz Slovenije dolazilo je često do prekida.

Gradska električna centrala postala je u prvo vrijeme Električnom centralom narodnog odbora grada Zagreba, ali je doskora, zajedno s dotadanjim Državnim električnim poduzećem (prije rata Banovinsko električno

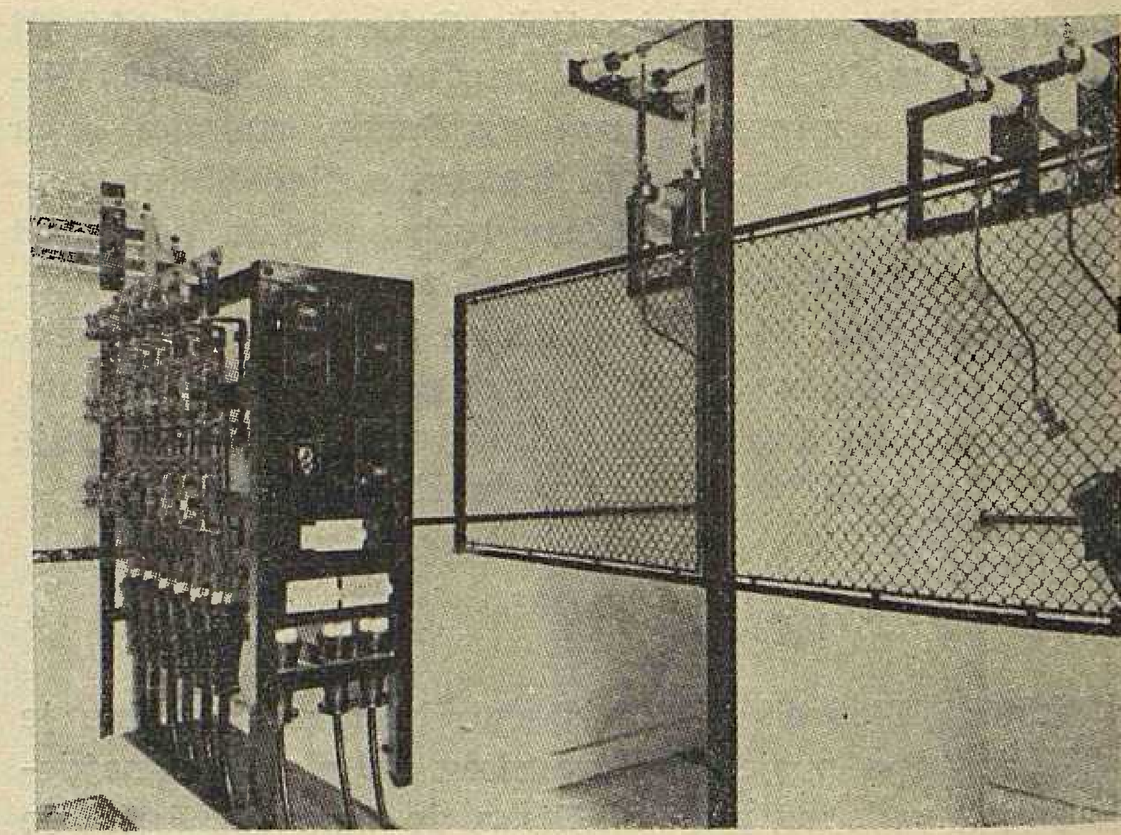


Sl. 2. Transformatorska stanica u Branimirovoj ulici

poduzeće) ušla u sastav novog Električnog poduzeća Hrvatske (ELPOH) kao podružnica Zagreb (Elpohfil-Zagreb).

Prva briga novog poduzeća nije bila samo popravak prilika u Zagrebu, nego i na cijelom području. Zadaci, koje je ELPOH sebi postavio bili su:

1) izgraditi nove izvore električne energije, u prvom redu elektrane u Vinodolu i Konjščini, na kojima se je već počelo raditi prije rata

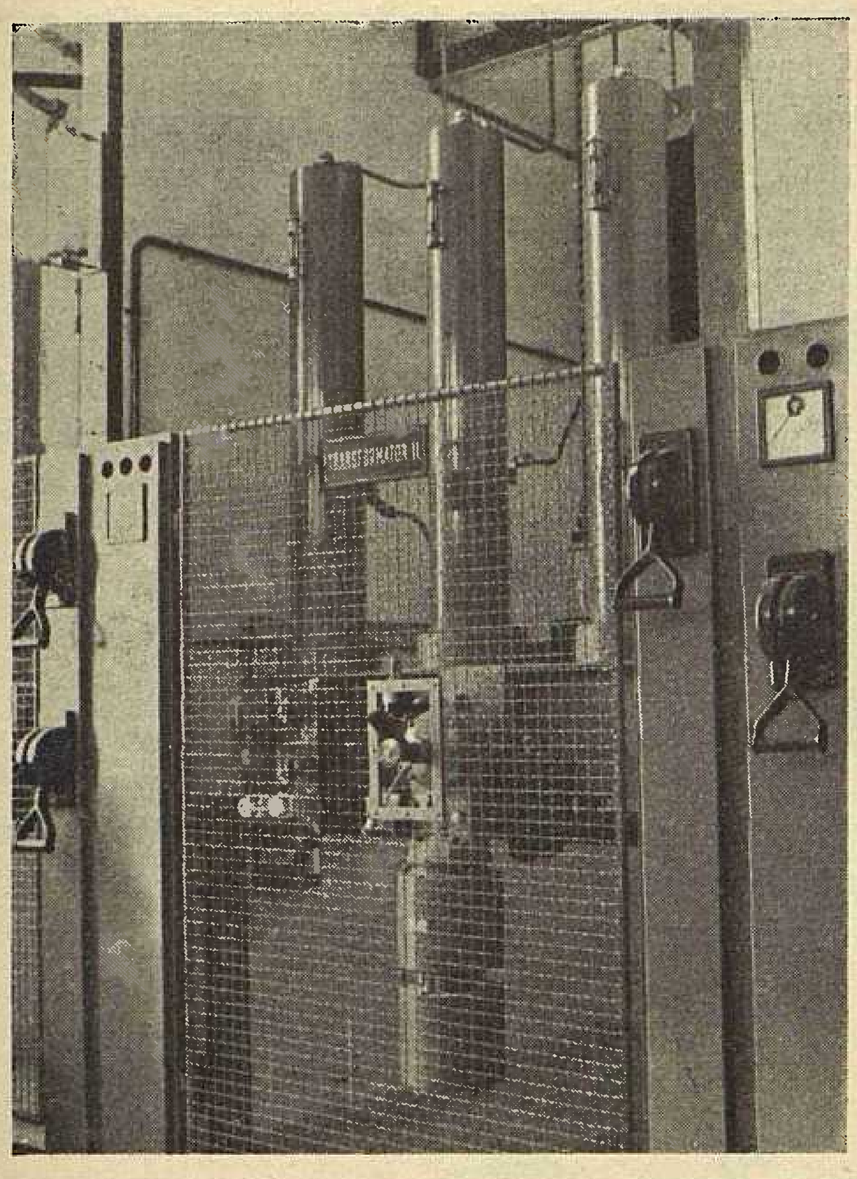


Sl. 3. Transformatorska stanica u Palmotićevoj ulici

2) izgraditi dobru visokonaponsku prijenosnu mrežu

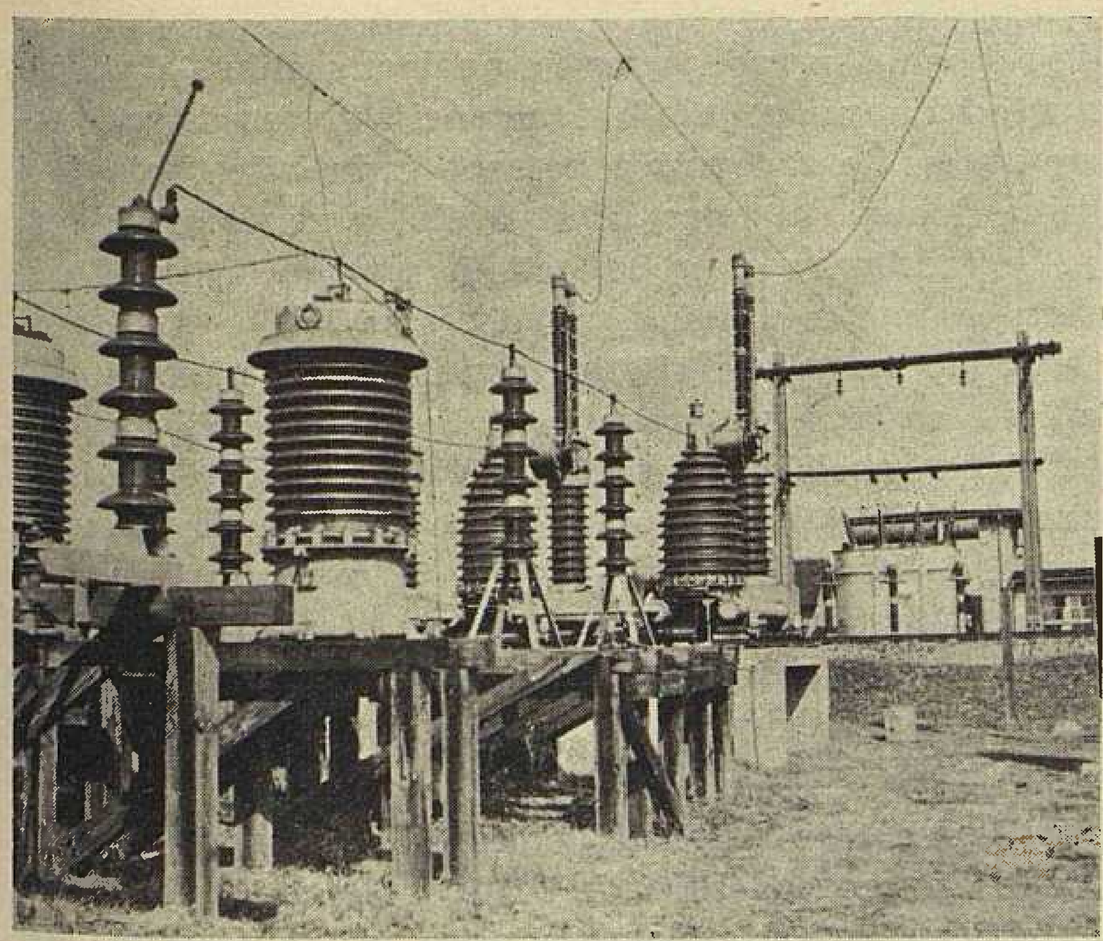
3) provesti sistematsku elektrifikaciju sela, jer je još uvijek vrlo velik broj sela (čak i u najbližoj okolini Zagreba) bio bez struje.

Zbog ovakvog plana, a i u skladu s općim investicionim planom, koji je prvenstveno predviđao izgradnju teške industrije i opću industrijalizaciju zemlje, nije



Sl. 4. Trafoćelija u TS 30/10 kV u Podsusedu

se mnogo radilo na zagrebačkoj mreži. Kako je mreža bila razmjerno dobra, a porast opterećenja i potrošnje u prve dvije poslijeratne godine dosta malen, vrlo mali opseg radova na mreži nije u prvi čas imao nikakve



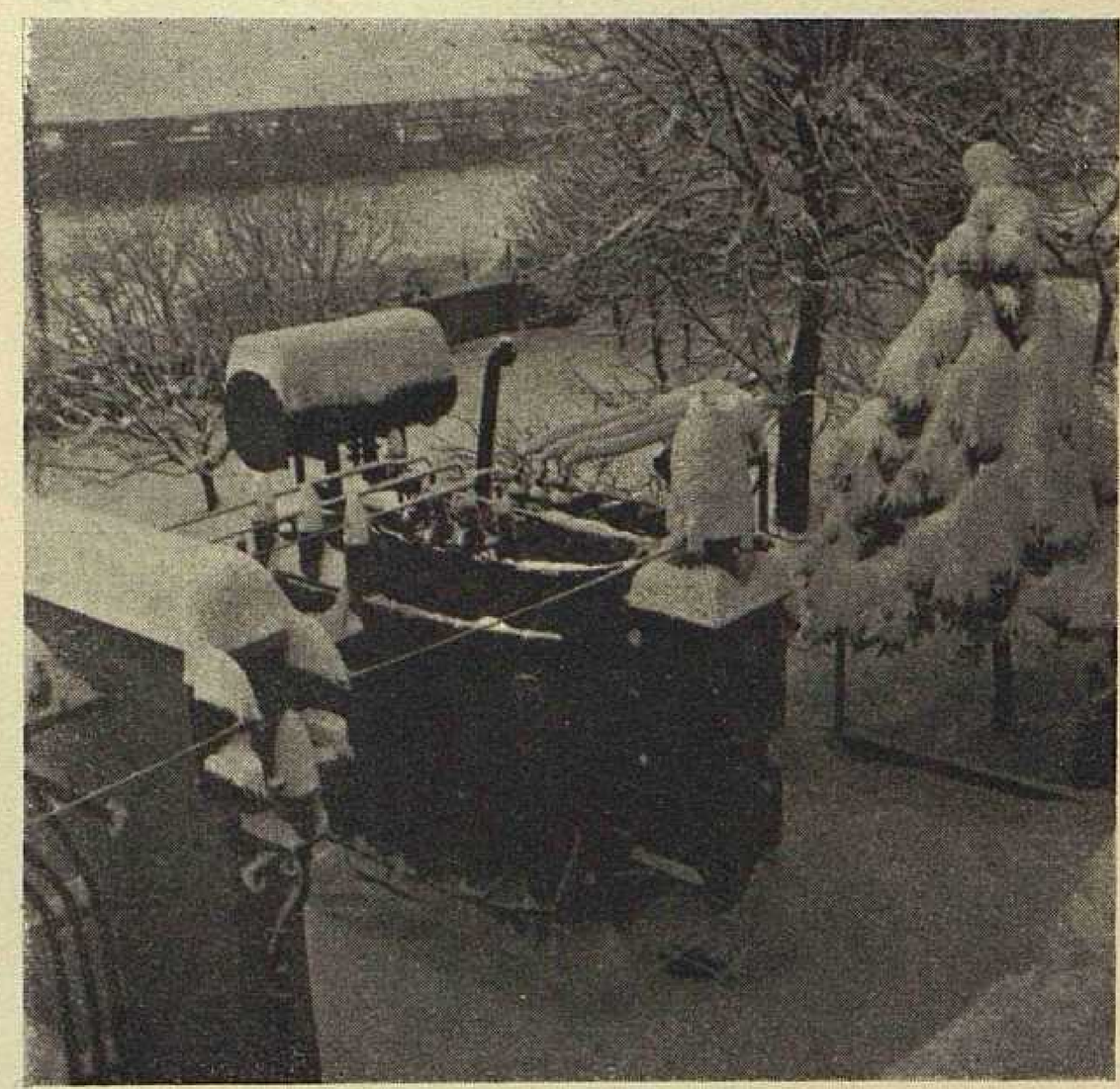
Sl. 5. Privremena transformatorska stanica *Klara* 110/30 kV

loše posljedice. Kako bi se međutim izbjegle teže posljedice premalih investicija u budućnosti, izrađen je u upravi mreže 1. VII. 1946. izvještaj o stanju mreže i potrebnim proširenjima, u kojem je — među ostalim — predviđena i izgradnja transformatorske stanice 30/5 kV u središtu grada (kod kazališta) i prikazana potreba i poteškoće prijelaza s napona 5 na napon 10 kV.

U vezi s općim nastojanjem za elektrifikaciju zemlje provedena je g. 1946. elektrifikacija sela Granešinska Dubrava i Novaka u neposrednoj okolini grada.

God. 1947. izrađen je, u okviru opće izrade petogodišnjeg plana industrijalizacije i elektrifikacije zemlje, takav plan i za grad Zagreb te za cijelo područje t. zv. Mreže—Zagreb t. j. i za pogonske okruge Samobor, Sv. Klara, Velika Gorica, Božjakovina, Zaprešić i Zelina. Ovaj je plan predviđao za gradsko područje prvenstveno izgradnju niza čvornih stanica 30/5 kV s odgovarajućim kabelskim vezama, dakako uz stalnu izgradnju svih dijelova mreže, a za okolno područje sustavnu elektrifikaciju svih sela.

Petogodišnji plan bilo je teško izvesti zbog toga, što je u prvo doba gotovo sva oprema za transformatorske stanice, a isto tako i kabeli, bila uvozni materijal.



Sl. 6. TS Uklopna I 30/5 kV u ožujku 1955.

Osim toga novčana sredstva dosta su se teško dobivala za izgradnju gradskih mreža, a isprva čak i za gradnju elektrana. Elektrifikacija sela, odvijala se, međutim, mnogo lakše, jer su sami seljaci davali ne samo novčana sredstva, nego i dobrovoljnu radnu snagu, stupove i podvoz.

Od značajnijih radova na području gradske mreže spomenut ćemo izgradnju transformatorske stanice 110/30 kV u Sv. Klari. Ona je izvedena kao provizorij i u nju je prebačen dalekovod iz Slovenije, te je stanica išla u pogon 22. veljače 1947., ali s naponom 35 kV. Oslobađanjem sjevernog voda dvostrukog dalekovoda Zagreb—Podsused zbog prebacivanja veze sa Slovenijom u tu novu stanicu, mogao se taj sjeverni dio »karlovačkog« voda upotrebiti za vod 30 kV prema Zaboku (do

tada je to bio odvojak s voda Zagreb—Karlovac t. j. s južnog voda).

U g. 1947. elektrificirana su sela Granešina i Degidovec i time započeta izgradnja voda 10 kV i elektrifikacija sviju sela prema Čučerju.

U god. 1948. izgrađen je vod 30 kV Sv. Klara—Žitnjak te izgrađena (kao stanica vanjske montaže s materijalom od UNRRA-e) transformatorska stanica u Žitnjaku zbog napajanja nove industrije Prvomajska. Ta je stanica stavljena u pogon 14. VII., a iste godine 25. XI. slična stanica u Jankomiru za novu tvornicu Jedinstvo — obje s transformatorima snage 5 MVA, najvećima do tada u Zagrebu.

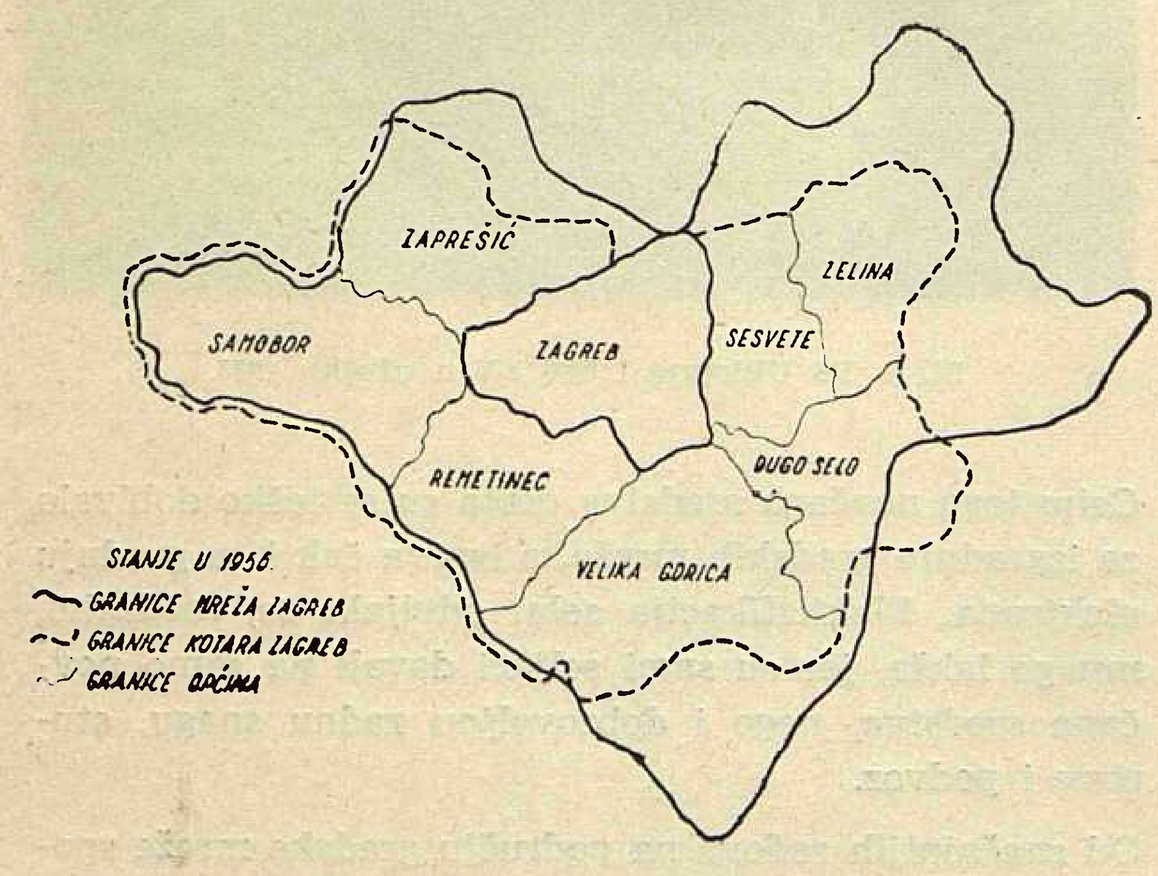
G. 1948. započeta je i gradnja transformatorske stanice 30/10 kV u Podsusedu, južno od tvornice cementa, a također polaganje kabela 30 kV od TS Uklopna II do Žitnjaka.

U kolovozu 1948. izvršena je i reorganizacija poduzeća. Već od ranije sama elektrana (proizvodnja) bila je komunalno poduzeće, a sada joj je pripojena i mreža (razdioba), pa je to novo poduzeće po organizaciji bilo posve slično nekadanjoj Gradskoj električnoj centrali. Tokom godine dalekovod Slovenija (Rajhenburg) — Zagreb (Sv. Klara) prešao je na pogon pod naponom 80 kV i pod tim naponom radio sve do 23. listopada 1949., kad je konačno napon podignut na 110 kV.

4. IZGRADNJA I RAZVOJ ELEKTRIČNE MREŽE GRADA ZAGREBA OD 1949. DO 1956

Ing. Josip Purec

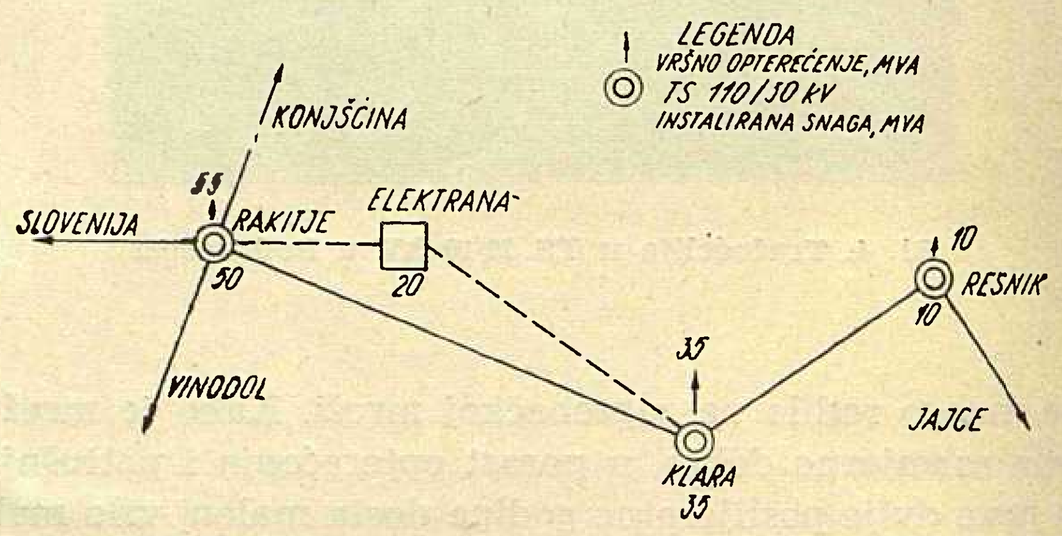
Razvoj električne mreže grada Zagreba u razdoblju od godine 1949. do 1956. okarakteriziran je reorganizacijom elektroprivrede, koja je nastupila početkom toga perioda. Dne 1. travnja 1949. osnovana su naime specijalizirana poduzeća, od kojih je *Elektra* Zagreb preuzela zadatak distribucije električne energije na području sjeverne Hrvatske. U sklop *Elektre* potpadala su područja gradova Zagreb (Mreža-Zagreb), Karlovca, Varaždina, Čakovca, Bjelovara, Koprivnice, Siska i Nove Gradiške. Mreža Zagreb obuhvaća i šire okolno područje, koja se praktično poklapa sa granicama kotara Zagreb, dakle i Samobor, Zaprešić, Zelinu, Božjakovinu i veliku Goricu. Ova reorganizacija bila je uvjetovana naglim razvojem elektroprivrede kao odraz razvitka zemlje u novim uvjetima. Ovaj oblik organizacije traje do kraja promatranog perioda, iza kojega dolazi do potpunog osamostaljenja *Elektre* na području Zagreba u navedenim granicama.



Sl. 1. Teritorij mreže Zagreba.

Na razvoj mreže djelotvorno je utjecalo radničko samoupravljanje (rujan 1950.), jer je to bio novi poticaj i mogućnost za samostalno bolje rješavanje problematike, koja nije bila laka. *Elektra,* koja je uz *Elektrane Zagreb* izravni nasljednik bivše Gradske električne centrale iz 1907, nastavljala je djelo svojeg osnivača.

U prvoj polovici ovog razdoblja industrija je pretežni potrošač električne energije, dok ostala potrošnja dolazi do jačeg izražaja u drugoj polovici. S time u vezi



Sl. 2. 110 kV mreža zagrebačkog čvora u zimi 1956./57. (Instalirana snaga transformacije 115 MVA, vršno opterećenje zagrebačkog čvora 90 MVA).

daje i sama izgradnja mreže analognu sliku. Radi pomanjkanja materijalnih i financijskih sredstava nastojalo se je zadovoljiti potrebe industrije, koja je i sama donekle u tome učestvovala, a zanemarivala se je izgradnja za potrebe ostalih potrošača. Do većeg razvoja mreže u tome periodu nije došlo, već se je nastojalo postojeće stanje iskoristiti do maksimuma, a često se je išlo i preko toga. Naročito je bila preopterećena kabelska mreža 5/10 kV. Iz toga razloga dolazilo je do čestih i nemilih ograničavanja, koja su se većinom odražavala uvijek na istim područjima. U spomenutom je razdoblju izgradnja seoskih mreža bila relativno uspješna. Ova se je elektrifikacija u većini slučajeva financirala iz lokalnih izvora i samoinicijativno uz potporu *Elektre.*

Analiza razvoja distribucije električne energije u mreži grada Zagreba od 1949. do 1956., u kojem razdoblju je električna energija dolazila osim iz *TE Zagreb, HE Ozalj* i *TE Jertovec* (od 1954.) još i iz elektroenergetskog sistema Slovenije i *HE Nikola Tesla* (od 1952.) pokazuje, da je u tom periodu od 8 godina:

1. ukupno preuzeta energija porasla na 216%
2. potrošnja kućanstva porasla na 292%
3. potrošnja industrije porasla na 292%
4. sudjelovanje kućanstva u ukupno preuzetoj energiji iznosilo u prosjeku oko 25%

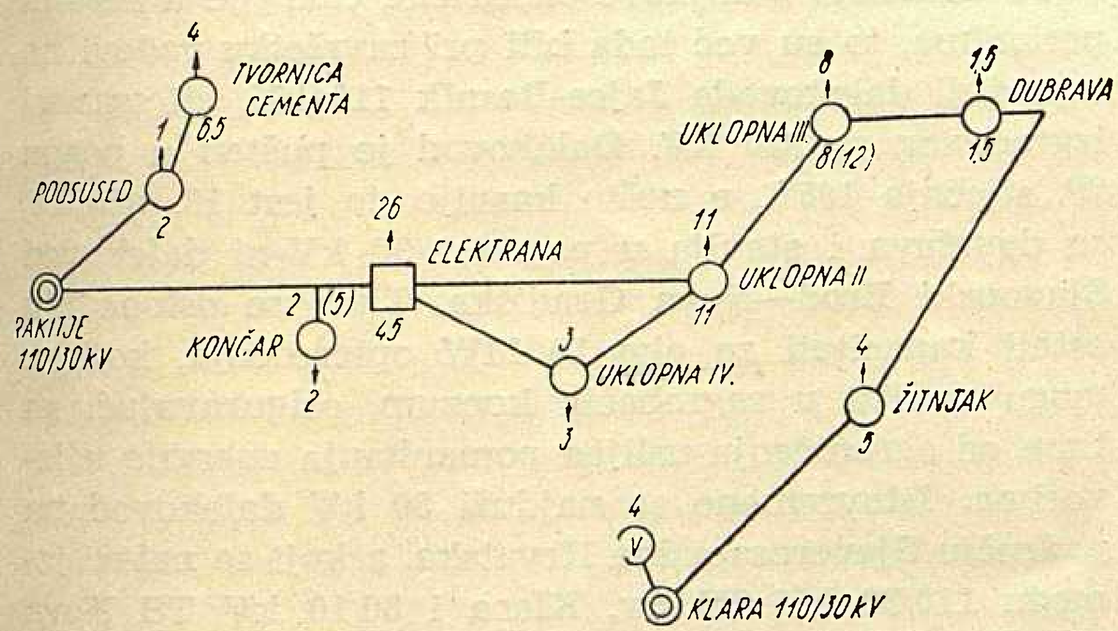
Razvoj mreže grada Zagreba

Tablica 1

Godina	Trafostanica kom.		Inst. snaga MVA	Zračnih vodova u km.		Kabelskih vodova u km.		Javna rasvjeta Rasvj. mjesta
	30/10 kV	10/0,4 kV		5–30 kV	0,4 kV	5–30 kV	0,4 kV	
1949.	5	382	107.691	411.719	591.448	185.055	267.432	7.200
1950.	7	398	111.661	490.544	629.524	187.290	269.151	8.187
1951.	8	425	114.707	510.372	644.865	187.955	270.784	8.322
1952.	8	446	121.081	541.302	656.759	188.883	272.382	8.697
1953.	9	463	126.308	566.760	686.520	192.619	275.389	9.359
1954.	10	484	138.946	587.563	816.347	195.564	277.420	10.324
1955.	11	516	175.966	594.062	907.912	197.216	280.607	11.104
1956.	14	572	200,31	797.840	1,219.765	206.842	283.044	11.215

5. sudjelovanje industrije u ukupno preuzetoj energiji iznosilo u prosjeku oko 50%
6. ukupni gubitak u distribuciji iznosio oko 13%

Ako stanje mreže u ovom razdoblju analiziramo, vidimo da je ukupni instalirani učin porastao na 181%, broj trafostanica porastao na 147%, dok se duljina vodova i kabela nije bitno mijenjala (tablica 1). Sve to potvrđuje prije navedeno, da u navedenom razdoblju



Sl. 3. 30 kV mreža grada Zagreba u zimi 1956./57. (Instalirana snaga transformacije 88 (95) MVA, vršno opterećenje gradske mreže 60 MVA).

nije došlo do razvoja mreže, nego se je preko postojeće mreže prenesla dvostruka energija. Ako se spomene, da je ta mreža starijeg datuma vidi se sva težina tadašnje situacije. Naravno da su naponske prilike u mreži bile tada daleko ispod svojih normalnih vrijednosti naročito u isturenim točkama dugih vodova. Glavna djelatnost je bila na uzdržavanju zračnih vodova izmjenom dotrajalih stupova i povećanju učina transformatora ugradnjom novih, koje je domaća industrija počela proizvoditi.

Na kraju promatranog perioda (1956.) Mreža Zagreb obuhvatala je područje od 2200 četv. km s oko 580.000 stanovnika. Maksimalno opterećenje kretalo se je oko 52 MW. Prosječna cijena energije bila je oko 13,90 Din/kWh. Stanje mreže 110 i 30 kV prikazano je na slici 2 i 3.

Problematika na kraju spomenutog razdoblja sastojala se u brzom osiguranju dobave potrebne električne energije, kao i izgradnje distributivne mreže naročito u središnjem dijelu grada Zagreba. Navest ćemo još najvažnije objekte i događaje u tom periodu:

1949.: Prijelaz TS Klara s napona 35 kV na 110 kV; izgradnja TS Zelina 30/10 kV; DV 30 kV Žitnjak-Dubrava i DV 30 kV Božjakovina-Zelina.
1951.: Početak uvođenja fluorescentne rasvjete u Zagrebu (Praška ulica)
1952.: Puštanje u pogon TS Zagreb I 110/30 kV, 25 MVA
1953.: Izgradnja TS Novi Dvori 30/10 kV
1954.: TE Jertovec u pogonu
1955.: Izgrađena TS Podsused 30/10 kV
1956.: Izgrađena TS Samobor 30/10 kV i DV 30 kV Zagreb I-Samobor, te TS Uklopna III 30/10 kV.

5. RAZVOJ ELEKTRIČNE MREŽE U GODINI 1957.

Ing. Boris Tilić

Već sam početak 50-te godine razvitka elektroprivrede grada Zagreba bio je okarakteriziran velikim ograničenjima potrošnje električne energije na području grada Zagreba. Protivno prethodnim godinama, razlozi za provođenje ograničenja nisu bili na energetskim izvorima uslijed nedostatka vode, već zbog pojave »uskih grla« na elektrotehničkim postrojenjima unutar samog grada, dok su istovremeno na prilazima grada postojale dovoljne količine energije. Takvo teško stanje mreže grada Zagreba i gubici, kako za elektroprivredu, tako i za potrošače, koji su ih morali podnijeti, ima svoju pozitivnu stranu, jer je predstavljalo uvod u rekonstrukciju elektroenergetske mreže. Pojačanju mreže pristupilo se s povećanim financijskim sredstvima, tako da je u 1957. godini trebalo izvršiti opseg radova za 5 puta veći nego prijašnjih godina i to s istim stručnim osobljem. Iako su financijska sredstva tokom godine smanjena, ipak se može utvrditi, da je zadatak izvršen u cijelosti, koliko je to dozvoljavala brzina dobave potrebnog materijala i novčani krediti.

Da bi se mogla ocijeniti važnost i uloga pedesete godine elektroprivrede grada Zagreba, te dobiti stvarna slika današnjeg stanja mreže, potrebno je prije svega prikazati situaciju pred godinu dana.

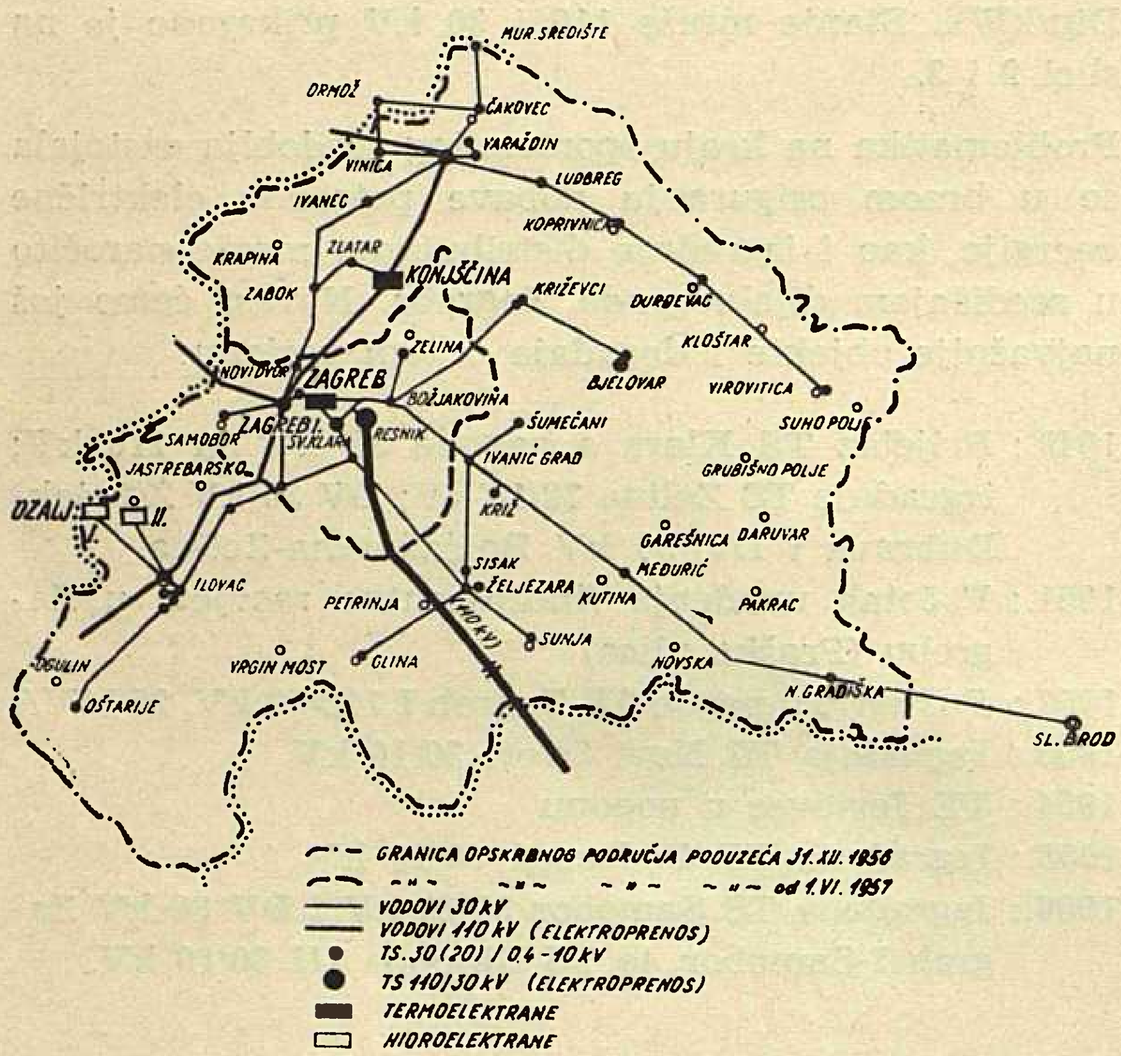
5. 1. Elektroenergetska mreža krajem 1956.

Osnovne karakteristike postrojenja i konzuma krajem 1956. prikazane posebno za područje Zagreb, a posebno za cijelo područje poduzeća, su slijedeće:

	Područje Zagreb		Poduzeća Elektra	
Stanovništvo (Broj)		586.000		1,998.000
Površina (km²)		2.218		23.040
Potrošači (Broj)		118.667		189.281
Potrošnja (MWh)		206.784		323.330
Potrošnja po stan. (kWh/st.)		352		162
Maks. opterećenje (MW)		52		89
Opterećenje po stan. (W/st.)		89		45
Malopotrošnja po stan. (kWh/st.)		168		70
Gubici energije (MWh)		41.480		70.457
TS 110/30 35 kV (br. MVA)		—	1	20
TS 30/20/5/10 kV (br. MVA)	14	46,14	41	110.250
TS 5-30/0,4 kV (br. MVA)	542	154,17	1394	195.295
Vodovi 110 kV (km)		—		22
Vodovi 20/30 kV (km)		151		904
Vodovi 5/10 kV (km)		647		2.267
Vodovi 0,4 kV (km)		1.220		3.165

(Postrojenja 110 kV uzdržava poduzeće *Elektroprenos*)

Ovi podaci pokazuju stanje elektroenergetske mreže, koja se je proširivala od svog prvog početka iz 1907., zadržavajući Zagreb ne samo kao upravno središte, nego i kao glavnu pojnu i razvodnu točku cijelog sjeverozapadnog elektroenergetskog sistema Hrvatske.



Slika 1.

Ova mreža predstavlja cjelinu jednog dijela tehnološkog procesa opskrbe potrošača električnom energijom, a teritorijalno obuhvaća područje počevši zapadno od Virovitice i Nove Gradiške, do uključivo Ogulina (Sl. 1). Neke od karakterističnih veličina, kao što su na primjer broj stanovnika, potrošnja, veličina mreže, kao i potrošnja po stanovniku, te broj potrošača, pokazuju stupanj razvitka elektroprivrede na navedenom području, kao i njezinu iskorištenost u elektrifikaciji domaćinstava i poljoprivrede. Promatrana s gledišta općih rezultata svjetske elektroprivrede ili kroz apsolutnu ocjenu stupnja razvoja, može se konstatirati činjenica, da je potrošak energije po stanovniku, kao i njezina iskoristivost, kako u gradu, tako i još više na selu, nedovoljna i niska, iako u zadnjih par godina postoji snažan porast potrošnje. Omjeri se mogu vidjeti usporedbom sa slijedećim podacima o specifičnom potrošku sitne potrošnje po stanovniku ostvarenom u god. 1954.

Norveška	2.044 kWh/st.	Danska	409 kWh/st.
Švicarska	971 ,,	Belgija	165 ,,
Švedska	750 ,,	Francuska	154 ,,
Velika Britanija	556 ,,	Grčka	40 ,,
Velika Britanija	556 ,,	Turska	19 ,,

(Prema: *World Power Conference*, Beograd, 1957, Paper A 4.)

Istodobno imamo ove podatke za Jugoslaviju (*Ekonomski pregled* br. 8—9, 1955, str. 723).

FNRJ	39,9 kWh/st.
Hrvatska	49,3 kWh/st.

Mreža visokog napona snabdijevala se iz tri transformatorske stanice 110/30/35 kV: TS Nedeljanec kod Varaždina sa 2 × 10 MVA, te TS Rakitje sa 2 × 25 MVA i provizorne TS Sv. Klara sa 35 MVA instalirane transformacije u blizini Zagreba, a 110 kV-na mreža je bila povezana s elektranama Sjeverozapadne Hrvatske i Slovenije.

Kako je opća energetska situacija nalagala potrebu povezivanja mreže s izvorima u Bosni i Slavoniji, a da bi se izravnalo manjkove električne energije u sušnim periodima, to su već tada bili pri završetku radovi na izgradnji dalekovoda Jajce-Resnik 110 kV, ali ustvari izgrađenog za 220 kV. Dalekovod je pušten u pogon 29. siječnja 1957., a nešto kasnije, to jest 18. ožujka, se dovršava i stavlja u pogon i 30 kV-ni dalekovod Slavonski Brod—Nova Gradiška. Time se oslobađaju ostali kapaciteti za oko 10 MW opterećenja, koji se mogu uputiti u zagrebački konzum, osiguravajući ga time od ograničenja uslijed pomankanja energije u izvorima. Istovremeno se najduži 30 kV dalekovod na području Sjeverozapadne Hrvatske, a koji se nalazi između 110/30 kV TS Sv. Klara i 30/10 kV TS Nova Gradiška (158,4 km), razdvaja, otklanjajući jedan krajnji neekonomski prijenos s abnormalnim padom napona, koji je iznosio 20 do 25%.

Istodobno je u samom gradu Zagrebu situacija bila sasvim drugačija. Iako je krajem 1956. bilo dovoljno električne energije u 110 kV mreži, ipak već 30 kV gradska mreža nije imala dovoljno propusnosti, da bi se moglo zadovoljiti potrebe potrošača ili iskoristiti do krajnosti dobavne mogućnosti kakove su postojale. To stanje je najbolje vidljivo iz odnosa opterećenja i kapaciteta propusnosti cjelokupne 30 kV mreže i samog gradskog centra.

Kapacitet propusnosti za cijelu zagrebačku mrežu sa okolicom na 30 kV mreži uključivo s Elektranom iznosio je ukupno 80 MVA, a maksimalno opterećenja 55 MW ili 58 MVA. Potrebno je uzeti u obzir, da je središte grada, koje se je snabdijevalo iz Elektrane te transformatorskih stanica Branimirova i Ružmarinka, imalo u prvoj polovini prosinca 1956. propusnost od samo 40 MVA uz maksimalno opterećenje područja od 42 MVA. Budući da postoji faktor istodobnosti između maksimalnih opterećenja pojedinih transformatorskih stanica znači da kapacitet propusnosti mora iznositi za središte grada oko 52,5 MVA, a sa pogonskom rezervom odnosno rezervom razvoja konzuma 66 MVA. Puštanjem u pogon nove stanice u Ružmarinka dne 7. prosinca 1956. sa pojačanim kapacitetom, te provizorija u Trnju, propusnost je pojačana za daljnjih 8 MVA, to jest na 48 MVA. Iz svega ovoga nužno proizlazi da su pojedini dijelovi postrojenja, bilo to transformatori ili

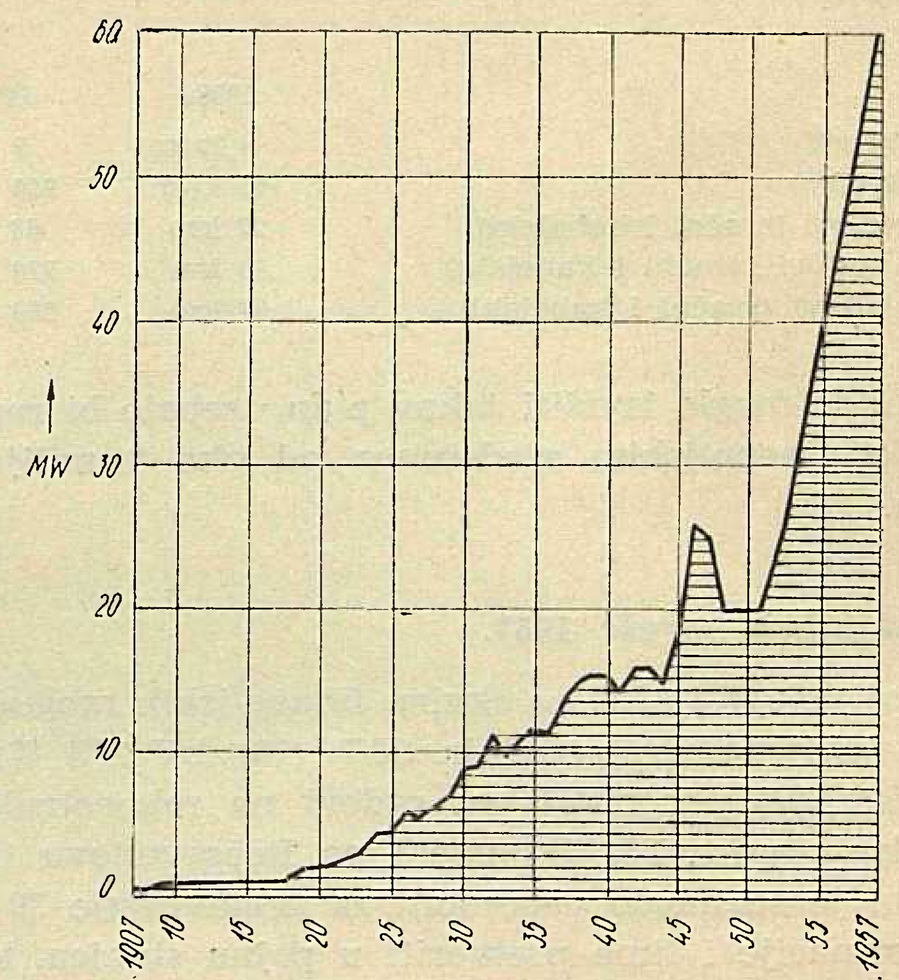
Sl. 2. Rasklopno postrojenje TS 110/30 kV *Rakitje*.

srednjenaponski izvodi, bilo toliko preopretećeni, da se je moralo pristupiti ograničenjima zbog zaštite postrojenja od većih kvarova.

Slično je stanje postojalo unutar srednjenaponske i niskonaponske mreže. »Uska grla« su se pojavljivala na postrojenjima kao »epidemija«. Od 28 izlaznih kabela srednjeg napona u samom gradu, 15 ih je bilo preopterećeno, a osam su dostigli granicu dozvoljene opteretivosti. Velike dužine strujnih krugova na srednjem i niskom naponu, prouzrokovale su s jedne strane veliku gustoću opterećenja vodova, a s druge strane povišeni pad napona i gubitke energije, tako da su potrošači na niskom naponu imali umjesto potrebnih 220 V napon manji od 170 V.

Pod ovakvim okolnostima trebalo je prihvatiti takova rješenja za povećanje propusnosti, koja su odgovarala prilikama, a koja bi trebalo izvršiti do kraja 1958. godine i to:

a) Izgraditi nove transformatorske stanice 30/5/10 kV TS Trnje (Uklopna IV.), TS Zvijezda (Uklopna V), TS Držićeva-Proleterskih Brigada (Uklopna VI.), Rekonstruirati TS Rooseveltov trg (Uklopna I.) i pojačati transformaciju u TS Ružmarinka (Uklopna III.) na 12 MVA.



Sl. 3. Dijagram porasta vršnog opterećenja.

b) Položiti kabele NEHKBA 30 kV 3 × 150 mm² između stanica TS Resnik—TS Ružmarinka, TS Ružmarinka—TS Zvijezda, Toplana—TS Uklopna VI.,

TS Uklopna II—TS Uklopna VI. i TS Uklopna II—TS Uklopna III., kao i izgraditi zračni vod TS Resnik—Sesvete 3 × 240 mm² AČ.

c) Izgraditi nove transformatorske stanice 30/5/10 kV te u vezi s njihovim uključivanjem u mrežu izmijeniti stare kabele preslabog presjeka u središtu grada i položiti poprečne veze zbog pogonsko-energetske sigurnosti.

d) Izgraditi veći broj distributivnih transformatorskih stanica 5/10/0.4 kV snage transformacije od po 400 kVA, da se njihovim uključivanjem u niskonaponsku mrežu poveća broj niskonaponskih izvoda, smanji dužina strujnih krugova i poboljšaju opće energetske prilike.

Ovo su neposredni zadaci, koji su se postavili, da bi se spriječila ponovna ograničenja za zimskih perioda 1957/58. i 1958/59. godine.

S obzirom na nagli porast opterećenja i potrošnje u poslijeratnom periodu, a koji se vidi iz dalje navedenih podataka, ako godinu 1939. označimo s indeksom 100:

	1939.	1946.	1956.	1957.	1958. (plan)
maksim. god. opter.	100	87	347	400	466
potrošnja energije	100	136	460	520*	574

(* procjena na temelju ostvarenja u XI. mjeseci)

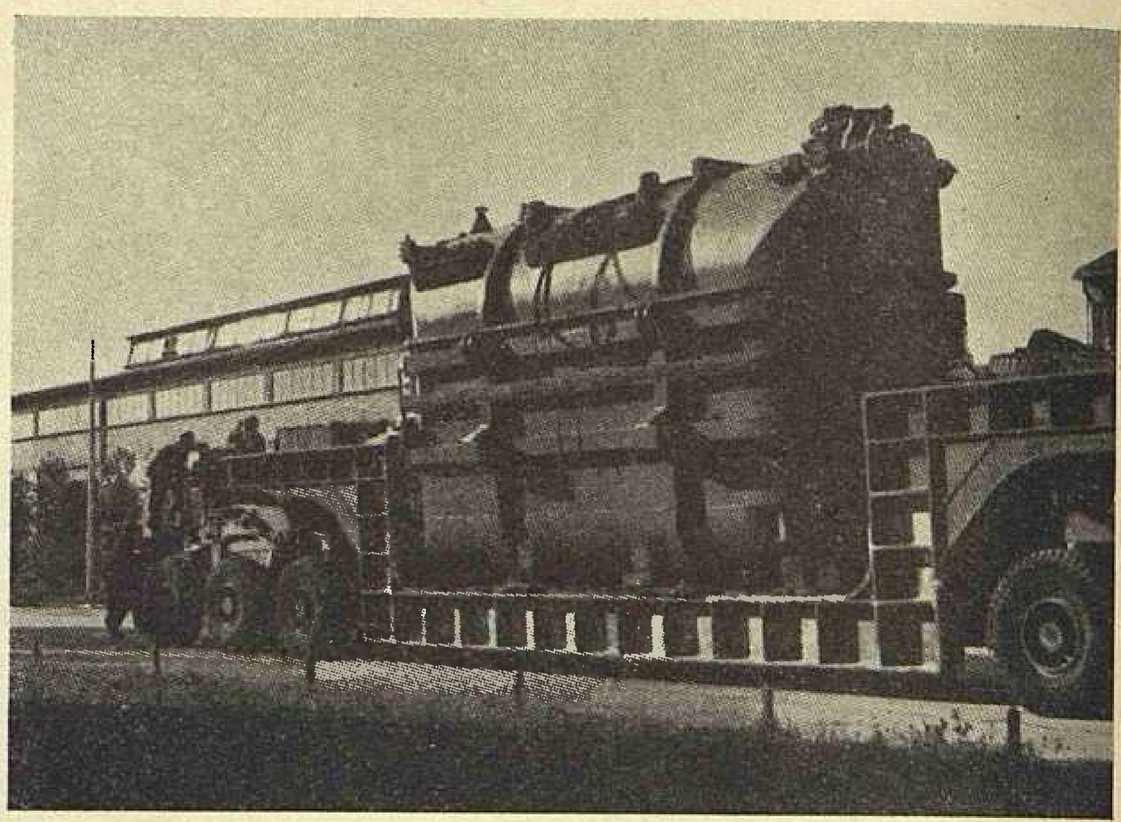
kao i činjenicu, da je izgradnja mreže kroz isto vrijeme bila neznatna, potrebno je bilo u prvo vrijeme uložiti više investicionih sredstava, da bi se izravnao nesklad između razvoja konzuma i mreže. U tu svrhu je postavljen grubi plan izgradnje do zaključno godine 1962. s tim da bi se održao princip propisima dozvoljenog pada napona, te gubitaka električne energije definiranih dozvoljenom opteretivošću postrojenja. Da se postignu takve elektroenergetske prilike na postrojenjima, bilo bi potrebno izgraditi ili rekonstruirati u vremenskom razdoblju između 1957—1962. slijedeća postrojenja

	1958.	1962.
TS 30/10/5 kV	4 kom	9 kom
TS 10/5/0,4 kV	110 kom	250 kom
30 kV vodovi (zračni i kabelski)	22 km	63 km
10/5 kV vodovi (zračni i kabelski)	80 km	220 km
0,4 kV vodovi (zračni i kabelski)	90 km	250 km

a da bi se moglo izvršiti takav plan, trebalo bi raspolagati s financijskim sredstvima od oko 8 milijardi dinara.

5. 2. Izgradnja mreže 1957.

U prvoj polovini 1957. u okviru financijskih mogućnosti nastavljena je izgradnja 30/5 (10) kV TS Trnje (Uklopna IV), i otpočeti su radovi na rekonstrukciji razvodne stanice TS Uklopne I na Rooseveltovu trgu, kako bi je se moglo osposobiti za postavljanje 30 kV transformacije i time pretvoriti u pojnu stanicu, koja treba da preuzme jedan dio opterećenja sa Elektrane. Dne 13. listopada puštena je u pogon najprije TS Uklopna I sa 8 MVA instalirane transformacije, koja je uglavnom bila opterećena s porastom konzuma u tekućoj godini, nastalim na području dotada snabdijevanim iz Elektrane, a kojemu su bitno pogodovale niske cijene električne energije i to osobito one, koje se odnose na kućanstvo. Nešto kasnije, kada se je već počela pojavljivati opasnost od ograničenja, pojačana je

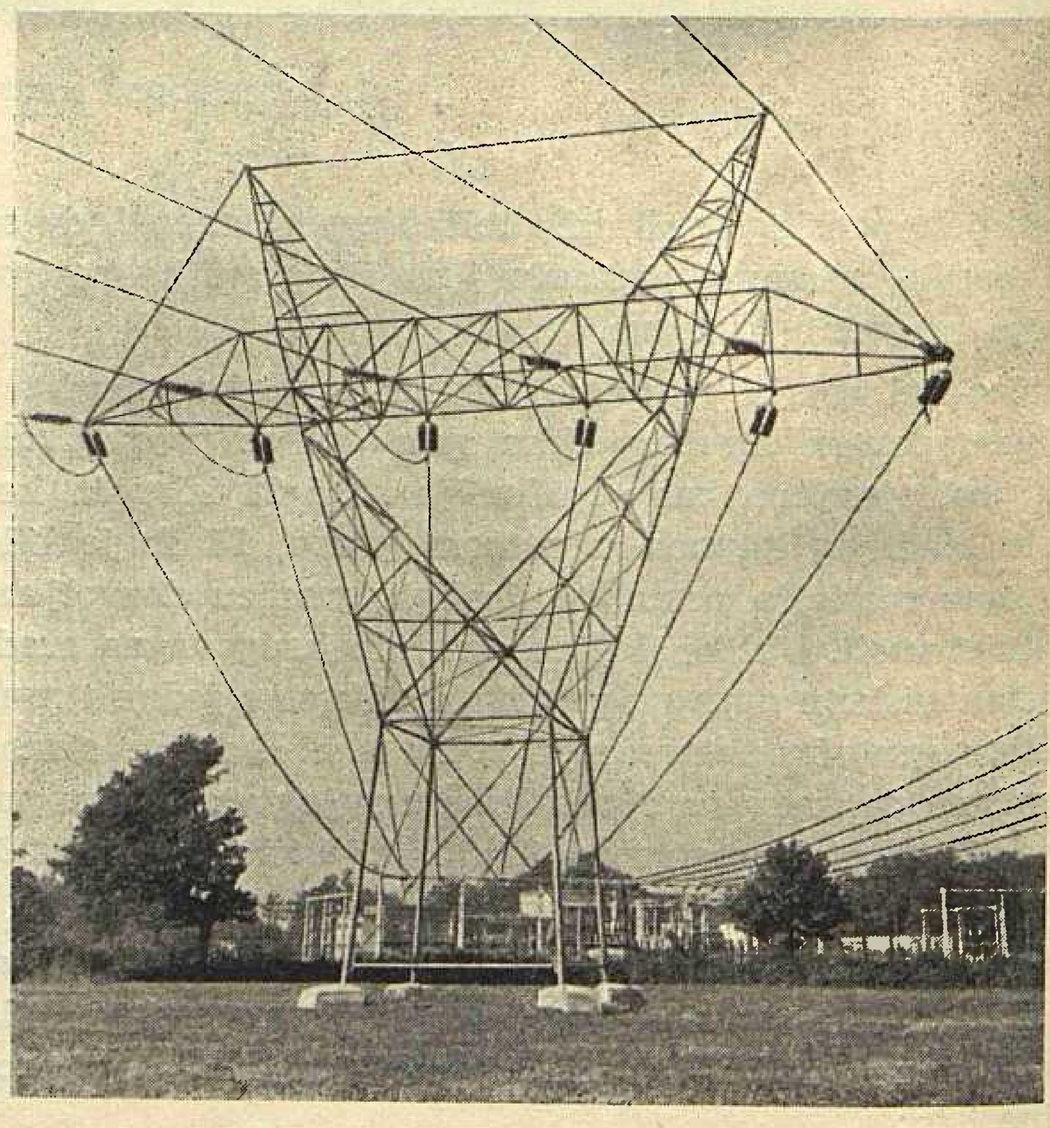


Sl. 4. Prijevoz transformatora iz *Rade Končara* u *Resnik*.

transformacija u TS Uklopna III od 8 na 11,6 MVA dne 29. IX. kao i u TS Uklopna II dne 24. XI. od 10,3 na 13,3 MVA.

21. prosinca je konačno puštena u pogon i TS Uklopna IV. u Trnju sa 8 MVA, čime je u samom gradu pojačan kapacitet propusnosti u 30 kV mreži za 19,6 MVA, a na području cijele mreže 26,27 MVA.

Premda se tokom godine morao operativni plan mijenjati zbog smanjenih financijskih sredstava, ipak će se do kraja 1957. godine položiti 30 kV kabel Resnik—Ružmarinka, čime će se omogućiti snabdijevanje 30



Sl. 5. Rasteretni stup *DV Jajce–Resnik*, ulaz u *TS Resnik*.

kV stanica, iako bez veće elastičnosti mreže. Pojačanjem transformacije u TS Uklopna III, trebalo je izvršiti još jedan zahvat, a to je povezivanje zračnog voda Sv. Klara—Elektrana sa TS Uklopna II, preko postoje-

ćeg 30 kV kabela u blizini TS Uklopna IV., dok je TS Uklopna I priključena na KV I, koji je bio položen nedaleko Rooseveltova trga.

Početni plan je postavio kao zahtjev dovršavanje i izgradnju 69 distributivnih transformatorskih stanica u samom gradu.

Kako nije postojala tehnička mogućnost da se izvede toliki broj zidanih transformatorskih stanica, donesena je odluka da se prihvati jedan tip montažne transformatorske stanice, koje je proizvodilo poduzeće *Hidromontaža* iz Maribora. Do sredine mjeseca prosinca pušteno je u pogon ukupno 45 transformatorskih stanica, bilo to zidanih ili montažnih, dok su u završnoj fazi radovi na još 12 daljnjih stanica. Ovaj se broj odnosi samo na grad Zagreb, dok je na čitavom opskrbnom području izgrađena 61 transformatorska stanica, a transformacija pojačana za 19,306 MVA, bilo to puštanjem u pogon novih transformatorskih stanica ili samo zamjenom slabijih transformatora sa jačim. Da bi se moglo uključiti sve ove stanice u mrežu, položeno je oko 17,00 km kabela uglavnom presjeka 3 × 95 mm² 10 kV, te 15,2 km kabela niskog napona, dok je izmijenjeno 2,25 km kabela srednjeg napona.

Na ovaj način se je izvršio do danas najveći rad na izgradnji i rekonstrukciji zagrebačke električne mreže. Dok su se odvijali naprijed navedeni radovi, poduzeće se rasformiralo, tako da su svi područni uredi: Bjelovar, Karlovac, Koprivnica, Križ, Sisak, Varaždin i Zabok postali samostalnim poduzećima. Time je područje poduzeća smanjeno od dotadašnjih 23.040 na 2.218 km², a ujedno su karakteristične veličine odgovarale u cijelosti onima, koje su već ranije navedene za Mrežu — Zagreb.

5. 3. Stanje elektroenergetskih postrojenja koncem 1957.

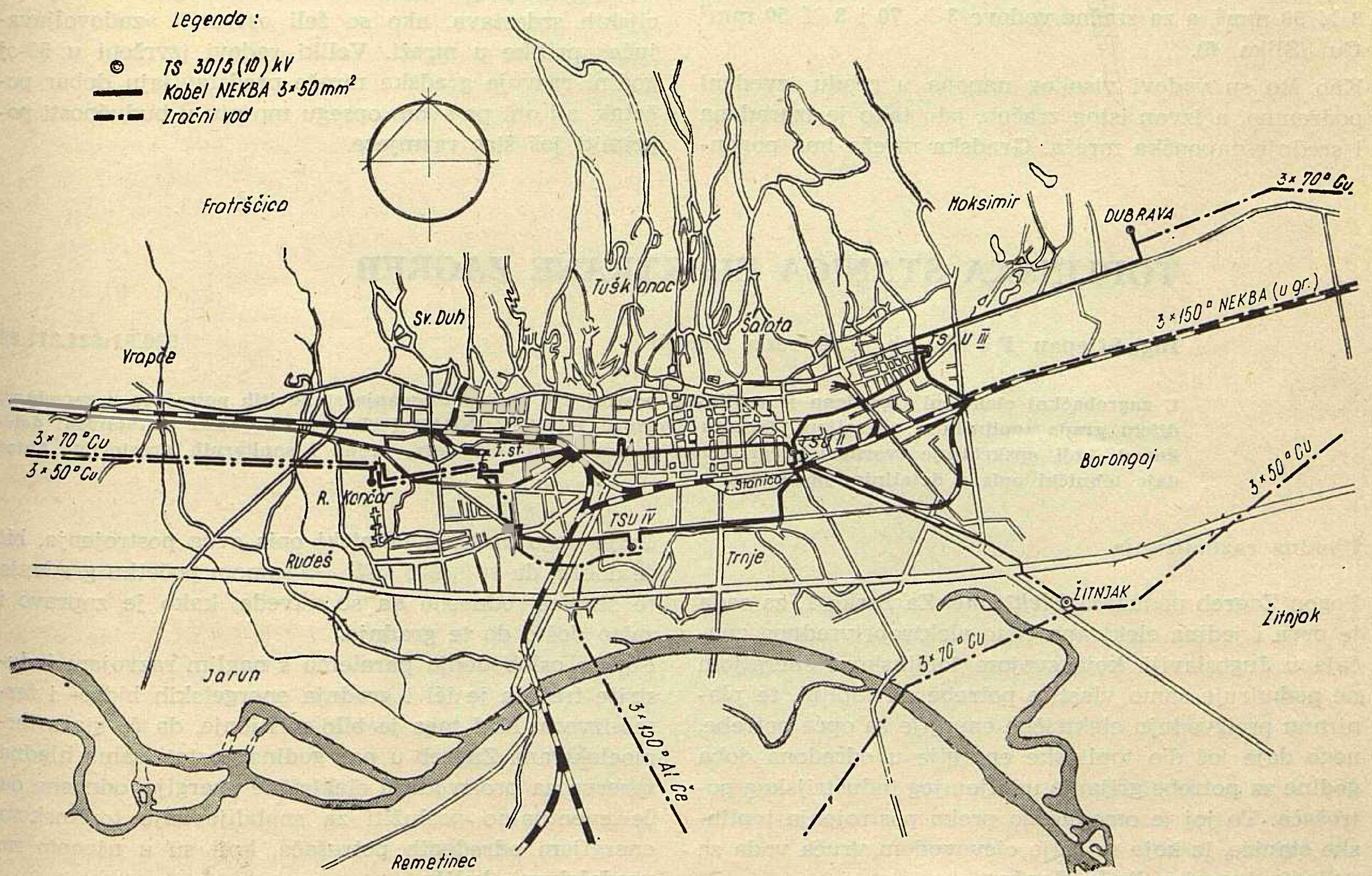
U prvom se redu može konstatirati činjenica, da je jesen godine 1957. prošla bez ikakvih ograničenja u potrošnji ili načinu korištenja električne energije, kao i bez bilo kakvih drugih neugodnih pogonskih događaja, a što je prošlih godina bila sasvim uobičajena pojava.

Ovakvo je stanje stvoreno izvršenim velikim radovima, iako je istodobno ostvaren porast maksimalnog opterećenja istog područja za 8 MW, čime je postignuta vrijednost od 60 MW. Svejedno se ne smije izgubiti iz vida i to, da je potrebno nastaviti još nekoliko godina s ovako intenzivnim radom, kako bi se mogla imati ispravna mreža sa dovoljno elastičnosti za pogonsko manevriranje i razvoj konzuma i da bi pri tom sadržavala u sebi izvjesnu rezervu propusnosti.

Budući da su se prilike u mreži izmijenile, navodimo neke podatke stanja krajem mjeseca prosinca godine 1957.:

	Izrađeno novo priklj. u 1957.	Stanje krajem 1957.
TS 30/5 (10) kV (MVA)	2 (*UI* rek.)	16—72,41
TS 5/10/0,4 kV (Br. MVA)	61	602—173,47
Vodovi 30 kV (km)	1,60	153
Vodovi 5/10 kV (km)	24,00	671
Vodovi 0,4 kV (km)	82,00	1,302

U ovim vrijednostima nisu iskazane transformacije u Elektrani (25 MVA), kao ni u transformatorskim stanicama *R. Končar* i *Sloboda,* pošto one nisu vlasništvo poduzeća ***Elektra.***



Sl. 6. 30 kV mreža grada Zagreba.

Sadašnje područje poduzeća *Elektra* snabdijeva se električnom energijom iz dva elektroenergetska sistema: sjeverozapadnog (Hrvatska i Slovenija) i bosanskog. Ovo će trajati sve dok se ne izvrši spajanje tih sistema, oko čega su pokušaji već u toku. Razdjelnica sistema prolazi kroz sam grad Zagreb, što naravno povlači za sobom i izvjesne neugodnosti.

Vodovi 30 kV se snabdijevaju radijalno, budući da energetske prilike ne dozvoljavaju paralelan rad, kao što je to bilo do nedavno, to jest do puštanja u pogon transformatorske stanice Uklopna I. Preko TS Rakitje 110/30 kV se napajaju TS Kalinovica (povezana sa karlovačkim područjem i HE Ozalj I i II.), TS Samobor, TS Novi Dvori (Zaprešić) kao i djelomično zabočko područje, te TS Podsused sa cementarnom. Ista se ujedno sa dva zračna voda povezuje sa termoelektranom, napajajući pri tom i TS Rade Končar. Istom napajalištu su orijentirane TS Uklopna I i TS Uklopna IV. Dok TS Resnik snabdijeva djelomično TS Uklopnu II zatim TS Dubrava, TS Sesvete, TS Božjakovina i TS Zelina, dotle TS Klara napaja ostale stanice, to jest TS Uklopnu II, djelomično TS Uklopna III, TS Uklopna IV, TS Žitnjak, TS Velika Gorica kao i područje Siska. Iako sama transformacija nije više preopterećena, ipak kvar bilo kojeg 30 kV voda, zračnog ili podzemnog, povlači za sobom izbacivanje i stanice koju snabdijeva, jer nema rezervne propusnosti. Ova situacija će biti poboljšana, ali ne i riješena, puštanjem u pogon kabela Resnik—Uklopna III. prenosne moći od 16 MVA. Prilike se mogu podržavati na sadašnjem nivou u budućnosti postepenom izgradnjom novih vodova ili polaganjem kabela, pri čemu je pogonska sigurnost područja direktno ovisna o intenzitetu izgradnje. Današnji presjeci u upotrebi za kabele iznose 3 × 50 mm², a za zračne vodove 3 × 70 i 3 × 50 mm² Cu (Slika 6).

Kao što su vodovi visokog napona u gradu izvedeni podzemno, a izvan istog zračno, isto tako je izgrađena i srednje-naponska mreža. Gradska mreža ima pogonski napon 5 kV, a konstruktivno je izvedena reda 6 i 10 kV, od čega se ovaj zadnji upotrebljava tek od poslije rata. To se radi zbog toga, da bi se u dogledno vrijeme mogao izvršiti prijelaz pogonskog napona od 5 na 10 kV, čime bi bila u mnogome poboljšana energetska istuacija. Gotovo svi izvodi iz transformatorskih stanica izvedeni su kabelom presjeka 3 × 95 mm², a predviđa se u budućnosti upotreba presjeka 3 × 120 mm² kao standardnog. Nažalost, stari kabeli položeni u središtu grada su malog presjeka 3 × 25 i 3 × 50 mm² NKBA 6 kV, te danas predstavljaju »uska grla« za najvažnije gradske predjele, pa ih treba zamijeniti novima, jačih presjeka. Cjelokupan sistem snabdijevanja srednjenaponske gradske mreže riješen je tako, da ne postoji mogućnost izvođenja raznih kombinacija napajanja sa dvije strane, ali istovremeno nisu potrebna ograničenja zbog previsokog preopterećenja. Planom se predviđa izmjena kabela, u prvom redu u središtu grada i to između Frankopanske i Krašove ulice (Ilica, Jurišićeva, Draškovićeva i Vlaška ulica), kao i nekih drugih u ostalim dijelovima grada. Iako se glavni dio plana izmjena kabela u godini 1957. nije mogao izvršiti ipak je zamjenjen kabel u dužini od 2.245 metara između transformatorskih stanica Nova cesta—Zadarska, te Ružmarinka—Pešćenica, koji su spadali među najvažnije s obzirom na energetsku problematiku.

Kako srednjenaponska, tako i niskonaponska mreža su još uvijek u pojedinim dijelovima grada preopterećene, prouzrokujući pri tom iskapčanje zaštitnih uređaja i pregaranje osigurača. Istovremeno prenizak napon u mreži izaziva i dalje neugodnosti potrošačima.

Na kraju se prema naprijed iznesenom može dati zaključak, da je potrebno uložiti još mnogo rada i financijskih srdestava, ako se želi ostvariti »zadovoljavajuće« prilike u mreži. Veliki radovi izvršeni u 50-oj godini razvoja gradske mreže predstavljaju dobar početak, ali oni po svom opsegu moraju u budućnosti poprimiti još šire razmjere.

TOPLINSKA STANICA ELEKTRANE ZAGREB

Ing. Stjepan Pavljak, Elektrana Zagreb

620.91:621.311.22

U zagrebačkoj elektrani izgrađeno je toplinsko postrojenja za snabdijevanje stanovitih potrošača u zapadnom dijelu grada toplinskom energijom. Između tvornice RADE KONČAR i elektrane izveden je toplinski dalekovod, koji opskrbljuje tvornicu pregrijanom parom za grijanje hala, ureda i sanitarnih prostorija. Autor daje tehnički opis s detaljnim podacima.

Uvodna razmatranja

Pogon Zagreb poduzeća *Elektrane*, Zagorska 1, za sada je prva i jedina elektrana čisto elektroprivrednog značaja u Jugoslaviji, koja svojom toplinskom energijom ne podmiruje samo vlastite potrebe na toplini, te planiranu proizvodnju električne energije za opće potrebe, nego daje još dio toplinske energije u određena doba godine za potrebe grijanja udaljenijeg industrijskog potrošača. To joj je omogućeno preko postrojenja toplinske stanice, iz koje se šalje cjevovodom vruća voda za grijanje tvornice *Rade Končar*.

Prije nego dademo tehnički opis ovog postrojenja, bit će dobro, da se nešto kaže i o samom početku građenja te stanice, odnosno da se navede, kako je zapravo i zašto došto do te gradnje.

Poslije oslobođenja paralelno s naglim razvojem industrije trebala je ići i gradnja energetskih hidro- i termo-izvora. Kod toga je bilo mišljenje, da će stara termoelektrana Zagreb u par godina postati samo hladna rezerva za proizvodnju električne energije, odnosno da će eventualno poslužiti za snabdijevanje toplinskom energijom određenih potrošača, koji su u njenom ne predalekom okolišu.

Kako je tvornica *Rade Končar* započela svojim naglim razvojem i imala u petogodišnjem planu izgradnju niza velikih dvorana, postavljalo se kao problem što ekonomičnije grijanje tih prostorija, ureda i sanitarnih prostorija. Bilo je postavljeno pitanje izgradnje potpuno vlastitog postorojenja za tu svrhu, odnosno dobivanje toplinske energije izvana. Ispalo je kao jeftinije dobivanje toplinske energije izvana, nego gradnja kompletne vlastite kotlovnice, za koju se taj čas nisu mogli pravovremeno nabaviti ni odgovarajući kotlovi. Prema tome je dano poduzeću *Mašinoprojekt* na razmatranje rješavanje ovog problema pomoću toplinske energije, koja bi se dobivala iz stare elektrane u Zagorskoj ulici. Kako je uz *Rade Končar* postojala mogućnost, nešto kasnije, davanje toplinske energije tramvajskoj remizi i industrijama *Plivi, Pamučnoj industriji, Pivovari, Franck-u* i sl., a za Elektranu se ozbiljno smatralo, da će biti hladna rezerva u pogledu proizvodnje električne energije, stvorena je definitivna odluka, da se rješavanje problema oko grijanja tvornice *Rade Končar,* a kasnije i ostalih potrošača, riješi iz stare Elektrane. Toplinsko postrojenje u Elektrani, i odgovarajuće postrojenje u tvornici *Rade Končar,* treba povezati toplinskim dalekovodom u kome će kao prenosni medij topline cirkulirati vruća voda određenih karakteristika, tlaka, temperature i kvaliteta. U kasnijem našem opisu postrojenja ograničit ćemo se samo na onaj dio, koji je montiran u elektrani. Napominjemo, da su na odluci da se *Rade Končar* grije iz električne centrale sudjelovali uz predstavnike *Rade Končara* i Elektrane i neki naši istaknuti stručnjaci iz elektroprivrede i industrije, koji se bave toplinskim problemima, te je zaključak o takvom načinu grijanja *Rade Končara* donesen jednoglasno.

Toplinska osnova

Mogućnost dobivanja toplinske energije u Elektrani bila je ili iz voda svježe pare 16 atp i 350°C uz daljnju potrebnu preradu te pare, ili se para mogla oduzimati iz 16 MW turbine. Ova turbina imade mogućnost nereguliranog oduzimanja pare na tri mjesta. Kod maksimalnog opterećenja od 16 MW može se na prvom oduzimanju uzeti 10,5 t/h pare tlaka 7,75 ata i 320°C, na drugom 8 t/h tlaka 3,9 ata i 250°C, a na trećem 6 t/h tlaka 1,6 ata i 170°C.

Kod minimalnog pak tereta od 5MW, s kojim bi se još trajnije običavalo voziti, ako bi baš energetska situacija zahtijevala, može se oduzimati na prvom oduzimanju 3,7 t/h pare tlaka 2,6 ata i temp. 260°C, na drugom 2,9 t/h tlaka 1,3 ata i 195°C, a na trećem 2 t/h tlaka 1 ata i 125°C, odnosno dobivaju se određeno veće vrijednosti, što se više približavamo od minimalnog k maksimalnom opterećenju, uz uvjet normalnog ulaznog stanja u turbinu od 14,5 atp i 375°C. Budući da se ulazno stanje u pogonu mijenja prema dolje do najviše 13,5 atp i 350°C, vidimo da naprijed naznačene vrijednosti oduzete pare podliježu praktički nebitnoj promjeni i u tlaku i u temperaturi. Kako se osim toga računalo, da će kod polaganog odumiranja centrale turbina od 16 MW, kao najnovija, biti najdulje u pogonu, odlučeno je, da se za prvi dio toplinske stanice, kad još ne će biti potrebe na toplini toliko velike, upotrebi oduzeta para iz turbine 16 MW, a tek kasnije, u drugoj etapi izgradnje, prerađena svježa para.

Kako je treće oduzimanje turbine već davalo paru za grijanje vlastitog kondenzata, odlučeno je, da se priključak izvede na drugo oduzimanje, koje je još kao i prvo bilo slobodno. Ta je ideja neko vrijeme bila aktuelna, te su svi dogovori i početak izrade projekata išli u tom smislu, jer je to bio najekonomičniji način gradnje u I. etapi, no tokom vremena došlo je do promjene. Tadašnja uprava pogona ocijenivši teškoću momentanog dobivanja sigurnosnih naprava, kao ventila, brzozapornih ventila i sigurnosnih zaklopaca na cjevovodu turbine iz inozemstva, te uočivši ondašnju neobičnu važnost sigurnosti pogona i proizvodnje baš turbina 16 MW kao i dosta brojne defekte kotlova (zbog čega su nastajali manjci pare), počela se kolebati u vezi priključka na navedenu turbinu. Kad su se pak u kratkom vremenu uslijed defekta kotlova pokazali neugodni manjkovi na pari, a time i na proivodnji električne energije, te je apsolutno siguran i nesmetan pogon baš ove najekonomičnije 16 MW turbine bio od presudnog značaja, odustala je tadašnja uprava pogona u II. etapi toplinske stanice definitivno od priključka iste na predmetnu turbinu. Tako su se daljnji radovi projektiranja odvijali na bazi priključka toplinske stanice na vod svježe pare 16 atp i 350°C.

Za toplinsko postrojenje u Elektrani određena je kao najpogodnija tadašnja bravarska radionica, koja se trebala preseliti u nove prostorije, planirane, ali još ne i sagrađene.

Radovi na toplinskoj stanici i dalekovodu do *Rade Končar*-a trebali su se po planu odvijati veoma brzo, jer je prema utanačenju od aprila 1947. između Elektrane i *Rade Končar-a* poslednji tražio za grijanje cirkulacione vode 10 t/h oduzete pare iz turbine, i to u 1947., dok je za godinu 1948/49. najavljena potreba bila 20 t/h.

Poteškoće izgradnje

Želje i planovi nisu se u praksi ostvarili. *Končar* nikako nije mogao pravovremeno osigurati inozemnu opremu kao ventile, zasune, kondenzne lonce, kontrolne instrumente i slično. Osim toga, Elektrana je imala protiv prvotnog očekivanja, sve značajniju ulogu u proizvodnji, te je trebalo mnogo pare za električnu energiju; bilo je malo vjerojatno, da bi se mogle odavati tražene količine pare. Sklop svih ovih uzroka uvjetovao je polagan rad na izvedbi toplinske stanice i praktički značio čekanje povoljnijih uvjeta za odvajanje pare iz Elektrane, a dotle je *Rade Končar* trebao da se snađe, kako zna.

Sa samom izvedbom spojnih cjevovoda između Elektrane i *Končar-a* bila je situacija povoljnija. Čim su prošle određene formalnosti oko dobivanja građevinske dozvole i suglasnosti pojedinih inspekcija, posebno sanitarne (jer toplinski dalekovod prolazi zaštitnim područjem gradskog vodovoda,) moglo se početi kopanjem i uređenjem kanala, te odmah iza toga montažom i izolacijom cjevovoda. Toplinski dalekovod ide iz pogonske zgrade Elektrane, prolazi područjem Elektrane i

vodovoda, dvaput slomljenim pravcem dolazi do Kranjčevićeve ulice, te ovom ulicom do Selske ceste, koju prelazi nadzemnim putem i onda daljnjim područjem do tvornice *Rade Končar*. Radovi su na dalekovodu započeli 17. 8. 1947., a po rješenju grad. komisije kanal za cjevovod na zaštitnom području vodovoda izveden je iz betona i odozgo pokriven pločama, te kanaliziran radi odvoda vode, koja u njega dopire sa površine. Na ostalom dijelu izveden je djelomično podzemno, a djelomično nadzemno. Toplinski je dalekovod od Elektrane do *Končar-a* izveden te montiran i izoliran po poduzeću *Grijanje* u godini 1950. i čekao povoljnije uvjete, da se priključi na toplinsku stanicu u Elektrani.

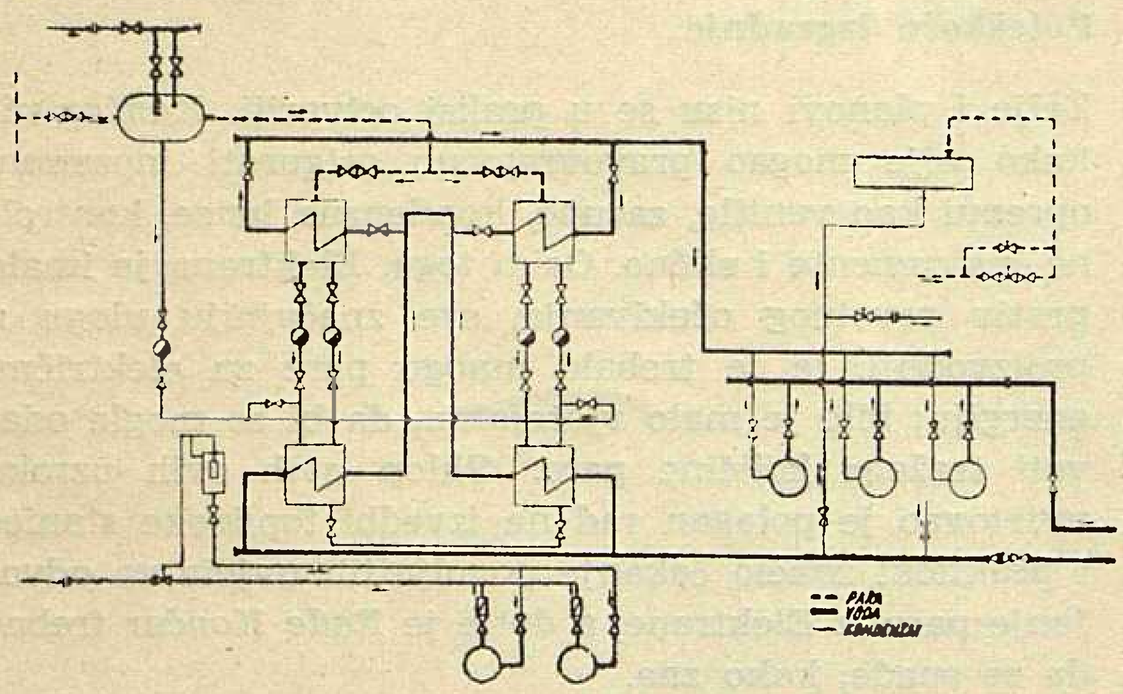
Od tada, pa do stavljanja toplinske stanice u pogon, održan je niz sastanaka i mnogo dopisivanja između *Rade Končar-a, Elektrane, Mašinoprojekta* i dispečerskog ureda, koji su uglavnom svi završavali na tome, da nema dovoljno, a ni sigurne, toplinske energije za podavanje, a osim toga i nabava opreme sa strane tvornice *Rade Končar* nije ni po jednom planu kompletno uslijedila, uglavnom zbog deviznih poteškoća, dugih rokova dobave i sl.

Elektrana nije mogla prastupiti montaži toplinske stanice sve dotle, dok nije bila preseljena stara bravarska radionica u nove prostorije. To je bilo omogućeno tek godine 1954., u kojoj je montaža započela i bila dogotovljena. Prvo grijanje tvornice *Rade Končar* počelo je u prosincu 1954. godine.

Izvedba i rad toplinske stanice

Toplinska stanica izvedena je prema šemi na slici 1.

Iz odvojka na glavnom sabirnom parovodu u kotlovnici ide svježa pregrijana para tlaka max 16 atp i 360°C najprije preko zasičivača pare, u kome se u tu pregrijanu paru štrca kondenzat tako, da ona pređe u zasićenu paru temperature cca max 200°. Kondenzat za ovlaživanje pare dobavlja se iz postojećeg uređaja za pripremu vode u centrali i dolazi do zasićivača pod tlakom od 23 atp.



Sl. 1. Shema toplinske stanice *Rade Končar*.

Ovako ovlažena para dolazi u 2 primarna izmjenjivača, koji rade paralelno, a dimenzionirani su za paru 14 atp, 5 Mcal i F = 27,5 m², a mogu zagrijati vodu na 80°C, odnosno sve do max 140°C, već prema potrebi grijanja i slično. Regulacija dovoda pare vrši se na oba izmjenjivača, za sada preko običnih ventila ručnog pogona, a predviđena je automatska regulacija putem ventila vezanih termostatima. U zatvorenom krugu između *Rade Končar-a* i *Elektrane* kruži praktički mješavina kondenzata i dekarbonizirane vode kao prenosni medij topline, i to u količini cca 180—200 tona punjenje. Cirkulacionim sisaljkama ta ugrijana mješavina šalje se cjevovodom u toplinsku stanicu u tvornici *Rade Končar*, gdje dio svoje topline odaje preko izmenjivača na drugu cirkulacionu vodu u tvornici, koja onda vrši stvarno grijanje prostorija. Prenosni toplinski medij iz Elektrane, koji je time ohlađen za cca 10—25° C (od recimo 110° C na 85° C ili najdonji minimum od 65° C), povratkom u toplinsku stanicu Elektrane dolazi najprije u dva sekundarna izmjenjivača, koji rade paralelno, a grijani su kondenzatom iz primarnih izmjenjivača. Ovi sekundarni izmjenjivači imadu površinu F = 22 m². Iz sekundarnih izmjenjivača odlazi toplinski medij u primarne izmjenjivače, koji su bili naprijed označeni. Iz ovih ide u odlazeći vod do centrifugalnih sisaljki, koje ga tlače u toplinsku stanicu tvornice *Rade Končar* i tako se ciklus ponavlja. Na povratni vod priključena je ekspanziona posuda, sadržaja 12 m³, koja vrši ovdje svoju uobičajenu funkciju. Kondenzirana zasićena kao i još ne sasvim kondenzirana para idu iz primarnih izmjenjivača preko kondenznih lonaca u sekundarne izmjenjivače, a iz ovih preko sabirnog voda za kondenzat i sisaljki u uređaj za pripremu vode. Prolazni ventil za kondenzat na tlačenom vodu sisaljki prema uređaju za pripremu vode, vezan je sa regulatorom sekundarnih izmjenjivača, te prema radu istog propušta više ili manje kondenzata u uređaj za pripremu vode.

Uređaj toplinske stanice snabdjeven je svim potrebnim instrumentima za mjerenje količina, tlakova i temperatura pare i kondenzata, a posjeduje također i brojilo kalorija, koje se predaju tvornici *Rade Končar*, te se po tom brojilu vrši i obračun predanih kalorija.

Tri cirkulacione sisaljke (za sada dvije) za prenosni toplinski medij su izvedene za Q = 90 m³ H = 45 m, N = 25 KS i n = 1450°/min, dok je četvrta za punjenje toplinskog dalekovoda sa Q = 90 m³, H = 15 m, N = 10 KS i n = 1450°/min predviđena projektom samo za laganu cirkulaciju prenosnog medija, koja se praktički ne vrši.

2 centrifugalne sisaljke za povrat kondenzata u uređaj za pripremu vode su izvedene za Q=15 m³/h, H=20 m, N = 3,5 KS i n = 1450 o/min.

Ostali detalji su vidljivi iz šeme.

Tlakovi i temperature pojedinih medija u tom postrojenju su u praksi podvrgnuti izvjesnim promjenama već prema radu kotlova, ostalim prilikama i grijanju, godišnjem dobu i sl. Kroz 4 godine rada registrirane su slijedeće vrijednosti:

a) temperatura pregrijane pare na ulazu u zasićivač varirala je od	330 — 350 °C
b) pritisak pregrijane pare na ulazu u zasićivač varirao je od	15 —16,5 atp
c) temperatura vode u odlaznom vodu za *Rade Končar* varirala je od	65 — 115 °C
d) temperatura u povratnom vodu od *Rade Končara* varirala je od	55 — 90 °C
e) pritisak u odlaznom vodu za *Rade Končar* varirao je od	4,5 — 5,7 atp
f) temperatura kondenzata pare za grijanje varirala je od	65 — 100 °C

Samo grijanje *Rade Končara* nije počelo s onakvim količinama topline, kao što je bilo planirano još godine 1946./47., ali se sve više i više povećava. Potrošci topline od prve godine grijanja *Rade Končara,* t. j. od prosinca godine 1954. registrirani su kako slijedi:

a) u godini 1954. 278,90 · 10^6 kcal
b) u godini 1955. 4.921,21 · 10^6 ,,
c) u godini 1956. 7.094,03 · 10^6 ,,
d) u godini 1957. 13.032,33 · 10^6 ,,

Dobavna cijena za toplinu

Cijena, po kojoj tvornica *Rade Končar* kupuje toplinu za sada je još dvojaka. Jedna cijena odgovara nadoknadi konstantnih troškova i dijela promjenljivih troškova za jednu minimalnu unaprijed dogovorenu plansku količinu kalorija, koja se mora preuzeti, odnosno platiti, dok druga cijena vrijedi za nadplanski preuzetu količinu topline i za koju se plaćaju samo dodatni troškovi.

Sam obračun i ostale obaveze i odnosi riješeni su između *Elektrane* i *Rade Končar-a* posebnim ugovorom, koji se uz suglasnost obaju ugovorenih partnera mijenja dogovorno po potrebi.

Zaključak

Kako je vidljivo iz prikaza preuzete topline, ona iz godine u godinu bitno raste, iako se grijanje *Končar-a* vrši samo u mjesecima I., II., III., IV., X., XI. i XII. Zbog toga se radi na proširenju ove toplinske stanice za potrebe *Rade Končar-a,* i to će se izvesti na priključak oduzete pare od turbine 16 MW, kao što je bilo prvobitno i predviđeno. Na taj će način biti omogućena ili samo upotreba oduzete pare, svježe pare, ili kombinacija oduzete i svježe.

Ovaj prikaz o ulozi *Elektrane Zagreb* u grijanju tvornice *Rade Končar,* interesantan je i za drugu okolnu industriju, kojoj je toplina potrebna i za koju postoji mogućnost dobivanja iste od stare *Elektrane Zagreb.* Ona je svoju ulogu u proizvodnji električne energije, pogotovo prvih energetski teških godina poslije Oslobođenja, odigrala, možemo sa ponosom reći, možda uspješnije, nego bilo koja slična elektrana u Jugoslaviji. *Elektrana Zagreb* bezuvjetno će se zamijeniti novim energetskim izvorima za proizvodnju električne energije u samom gradu Zagrebu. Ona će se polako preorijentirati na dobavljača toplinske energije za industriju, a proizvodnja električne energije bila bi joj sekundarna svrha.

PEDESET GODINA RAZVOJA POTROŠNJE I CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE U GRADU ZAGREBU

Ing. Božidar Filipović, Institut za elektroprivredu, Zagreb

339.4+338.5:621.311 (Zagreb) »1907—1957«

Prema prikupljenim podacima o potrošnji električne energije, o prodajnim cijenama i tarifama, prikazan je razvoj elektrifikacije grada Zagreba kroz 50 godina. U odnos je dovedena potrošnja električne energije sa povećanjem produktivnosti proizvodne djelatnosti grada, te proračunat trend specifične potrošnje. Karakteristični dijagrami dnevnog opterećenja pokazuju razvoj potražnje i povećanje faktora opterećenja. Tarifni stavovi po grupama potrošača od godine 1954. na dalje uspoređeni su sa 1939. Razvoj potrošnje, prihoda i srednje prodajne cijene prikazan je po grupama potrošača tabelarno i grafički. Na osnovu valorizacije kupovne moći svojevremeno važećih cijena na bazi 1957. izračunata je srednja cijena potrošnje, te potrošnje za potrebe kućanstva.

Uvod

Kada su prije pedeset godina proradili u Zagrebu strojevi *Munjare* započela je nova era ekonomskog, socijalnog i kulturnog razvoja grada. Primjena električne energije, čija je potrošnja brzo rasla iz godine u godinu, snažno je pridonijela naglom razvoju grada Zagreba, koji je od tada bitno mijenjao svoj ekonomski karakter. Od malog grada sa 6000 ha površine i sa oko 70.000 stanovnika, pretežno činovničkog karaktera, sa kvalitetno veoma razvijenim obrtom, dobrom trgovačkom mrežom te visokim kulturnim i umjetničkim nivoom, ali sa slabo razvijenom industrijom, on se postepeno razvija u jedan od najjačih naših industrijskih centara, u grad sa oko 23.500 ha površine i sa 350.000 stanovnika u kojem dominira proizvodno-trgovačka aktivnost. Ako prihvatimo ispravnom pretpostavku, da je potrošnja električne energije svake društvene zajednice karakteristično mjerilo za njen ekonomski i kulturni stepen razvoja, onda je napredak grada Zagreba kroz zadnjih 50 godina karakteriziran porastom potrošnje električne energije od oko 220.000 kWh u godini 1908. prema potrošnji od 220,000.000 u godini 1957. Potrošnja električne energije se je u razdoblju od 50 godina uhiljadustručila.

Razvoj potrošnje električne energije u gradu Zagrebu kroz posljednjih pedeset godina treba razdijeliti u tri epohe. Od 1907. do 1920. je epoha činovničko - obrtno - trgovačkog tipa, od 1920. do 1942. slijedi epoha početka proizvodno - privrednog razvoja, iza koje nakon stagnacije od nekoliko godina nadolazi od 1946 do 1957 godine epoha snažnog industrijskog razvoja. Da je ovakova raspodjela opravdana, najbolje pokazuje i razvoj potrošnje električne energije po jednom stanovniku, koji je grafički predočen na sl. 1. Uz specifični potrošak prikazan je u ovoj slici i trend ukupne potrošnje na teritoriju grada Zagreba.

Brojčane vrijednosti razvoja potrošnje električne energije u gradu Zagrebu zadnjih pedeset godina sadržane su u tabeli 1.

Osim apsolutnih vrijednosti potrošnje unijete su u tabelu i specifične vrijednosti po jednom stanovniku. Naročito ova posljednja veličina najočitije pokazuje porast potrošnje električne energije u Zagrebu.

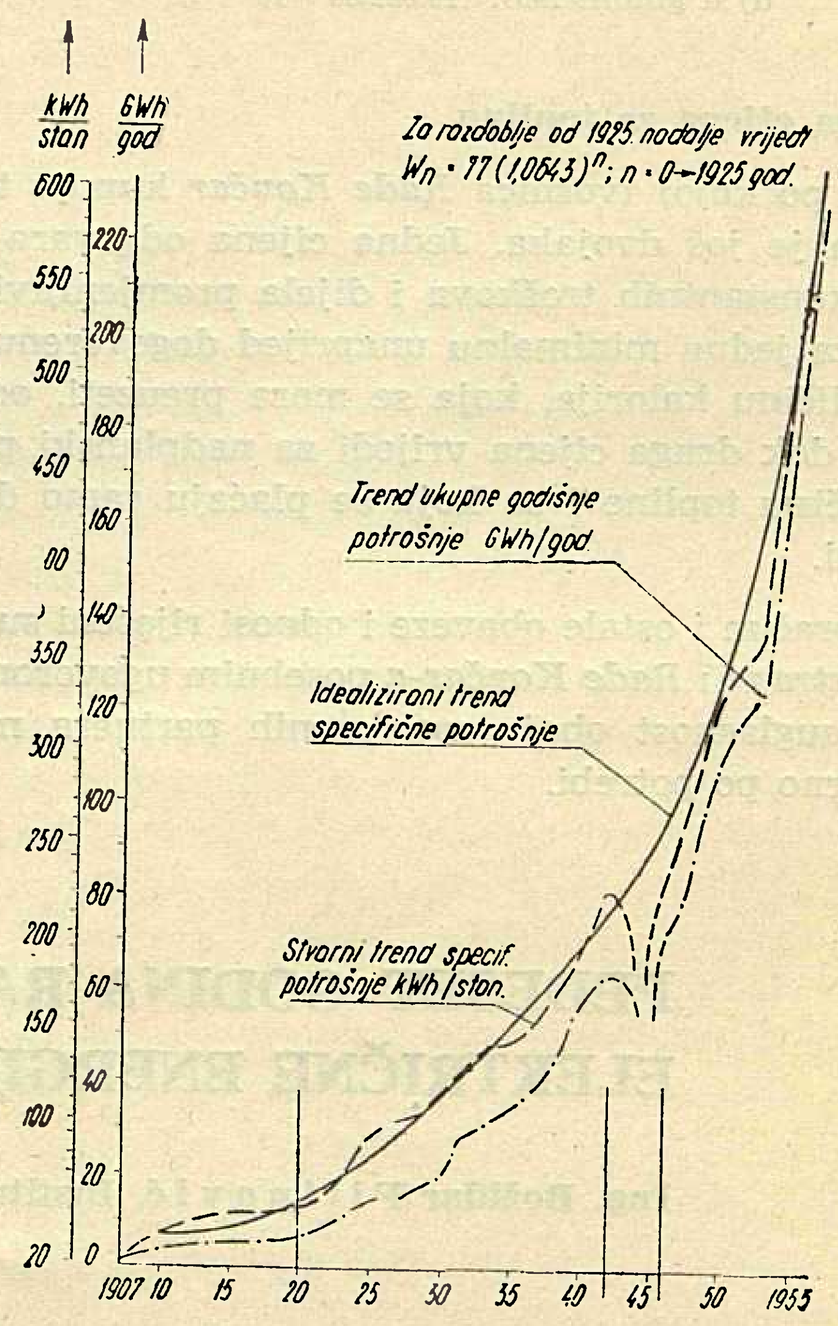
Razvoj potrošnje električne energije grada Zagreba

Tabela 1.

Godina	Elektrificirano grad. područ. Površine km³	Br. stan. (stalno)	Godišnja potrošnja potrošača GWh	Specifič. potroš. kWh/stan
1908	64,37	75.000	2,100	28
1909	64,37	77.500	2,500	32
1910	64,37	79.040	3,100	39
1911	64,37	81.000	3,400	42
1912	64,37	83.000	3,700	45
1913	64,37	85.000	4,000	47
1914	64,37	87.000	4,300	50
1915	64,37	89.000	4,940	55
1916	64,37	92.000	5,765	62
1917	64,37	95.000	5,640	60
1918	64,37	98.000	5,860	60
1919	64,37	102.000	5,830	57
1920	64,37	105.300	6,700	61
1921	64,37	108.674	7,100	65
1922	64,37	114.500	9,400	82
1923	64,37	120.500	10,800	90
1924	64,37	126.500	12,500	98
1925	64,37	133.500	14,200	104
1926	64,37	140.500	15,000	107
1927	64,37	148.000	15,500	105
1928	64,37	153.000	16,200	106
1929	64,37	160.500	17,300	108
1930	64,37	173.500	19,560	112
1931	64,37	187.581	25,410	136
1932	143,70	219.000	28,750	134
1933	235,74	228.500	30.864	135
1934	235,74	234.000	33,055	142
1935	235,74	240.000	34,300	143
1936	235,74	246.000	35,541	146
1937	235,74	252.000	38,860	153
1938	235,74	258.000	43,540	168
1939	235,74	264.000	50,739	192
1940	235,74	270.500	51,000	190
1941	235,74	277.000	55,000	199
1942	235,74	284.000	63,500	224
1943	235,74	291.000	62,500	215
1944	235,74	298.000	65,300	220
1945	235,74	305.000	68,100	324
1946	235,74	312.000	71,000	228
1947	235,74	319.000	76,000	240
1948	235,74	326.267	88,171	270
1949	235,74	330.500	100,500	304
1950	235,74	335.000	111,300	331
1951	235,74	339.500	115.300	340
1952	235.74	344.000	119,300	348
1953	235,74	348.648	123.500	360
1954	235,74	352.000	150.000	426
1955	235,74	355.000	177,685	501
1956	235,74	365.500	203,700	557
1957	235,74	376.000	229,886	615

Kod ocjene podataka ove tabele treba imati na umu, da potrebe Zagreba na električnoj energiji u posljednjim godinama nisu mogle biti u cijelosti podmirene. Nedovoljna opskrba potrošača električnom energijom naročito je došla do izražaja od godine 1952. pa na dalje. U to vrijeme grad Zagreb je bio, energetski promatrano, dio elektroenergetskog sistema zapadne Hrvatske, te su se poteškoće nedovoljne opskrbe potrošača u tom energetskom sistemu odrazile i na sam grad Zagreb, budući da on zadnjih godina sudjeluje sa oko 40% u ukupnoj potrošnji električne energije elektroenergetskog sistema zapadne Hrvatske. No i pored toga energetska situacija u gradu je bila otežana i preopterećenom gradskom razvodnom električnom mrežom, što je osim samog pomanjkanja električne energije dovodilo do češćih prekida i povremene obustave dobave električne energije.

Koliki značaj ima dovoljna opskrba električne energije za privredu nekog područja, a naročito za njegovu industriju, pokazuje jedna studija Instituta za elektroprivredu u Zagrebu, iz koje proizlazi da svaki manjkajući kWh električne energije znači za privredu gubitak nacionalnog dohotka od 280 Din. Gubitak privrede grada Zagreba zbog nedovoljne opskrbe električnom energijom ocijenjen je u zimskom periodu



Sl. 1. Trend specifične i apsolutne potrošnje električne energije grada Zagreba kroz prvih 50 god. njegove elektrifikacije.

1952/53 sa 1,3 milijarde dinara, a u god. 1953/54 sa 2,5 milijarde dinara. U periodima 1954/55, 1955/56 ocjenjuje se gubitak nacionalnog dohotka zbog pomanjkanja električne energije sa oko 3 milijarde dinara po jednom periodu. Godine 1957. energetska se je situcija djelomično poboljšala povezivanjem elektroenergetskog sistema zapadne Hrvatske sa bosanskim elektroenergetskim sistemom.

Povećanje produktivnosti rada

Za ocjenu proizvodno - privrednog značenja upotrebe električne energije za grad Zagreb, značajno je količinu potrošene energije povezati sa strukturom aktivnog stanovništva grada.

Prema podacima Zavoda za socijalno osiguranje u gradu Zagrebu godine 1954. bila je struktura zaposlenih po privrednim kategorijama slijedeća:

industrija	37,5%
zanatstvo	9,0%
građevinarstvo	8,2%
trgovina i ugostiteljstvo	12,7%
saobraćaj	7,1%
poljoprivreda i šumarstvo	1,0%
neprivredne djelatnosti	24,5%

Od ukupnog aktivnog stanovništva otpada na industriju, obrt i građevinarstvo oko 55%, a na trgovinu, ugostiteljstvo i saobraćaj oko 20%. Odnos ove druge privredne grupe prema prvoj je 1 : 2,75, što pokazuje intenzivnost proizvodne djelatnosti u odnosu na uslužnu djelatnost. Za grad Beč je, na primjer ovaj odnos 1 : 2,35, što pokazuje da je Zagreb sada prema Beču relativno jačeg industrijskog karaktera.

Biti će stoga interesantno detaljnije promotriti potrošak električne energije za potrebe proizvodnje, i dovesti ga u odnos sa radnom snagom proizvodne djelatnosti grada Zagreba. Za ovo razmatranje poslužili su djelomično statistički podaci a djelomično su ovi procijenjeni interpolacijom poznatih veličina.

Kao statistička osnova ovim razmatranjima služe podaci publikacije *Statistički godišnjak grada Zagreba iz godine 1956.*

Godine 1953. ukupno stnovništvo šireg područja grada Zagreba brojilo je zaokruženo 350.000 stanovnika, što je kod površine od oko 236 km² odgovaralo gustoći od 1480 stan/km². Aktivno stanovništvo brojilo je oko 170.000, odnosno 48,5%. U industriji je broj zaposlenih osoba iznosio oko 40.000, što kod potrošnje električne energije od oko 82 milijuna kWh za potrebe industrije, daje specifični potrošak po zaposlenom licu u industriji od 2050 kWh.

Iz izvještaja Savjeta za privredu NO Zagreb za god. 1954. vidljivo je da je god. 1910. od oko 11.000 najamnih radnika u gradu Zagrebu bilo zaposleno u proizvodnim i sličnim poduzećima sa preko 15 radnika oko 6000 osoba. Ukupna potrošnja električne energije može se na osnovu raspoloživih podataka ocijeniti sa oko 1,6 milijuna kWh (uključivo gradski vodovod), što odgovara specfiičnom potrošku od 300 kWh po radniku. Te godine Zagreb je imao oko 79.000 stanovnika, pa procijenjeni udjel aktivnog stanovništva u industrijskoj proizvodnji iznosi samo oko 4,5%.

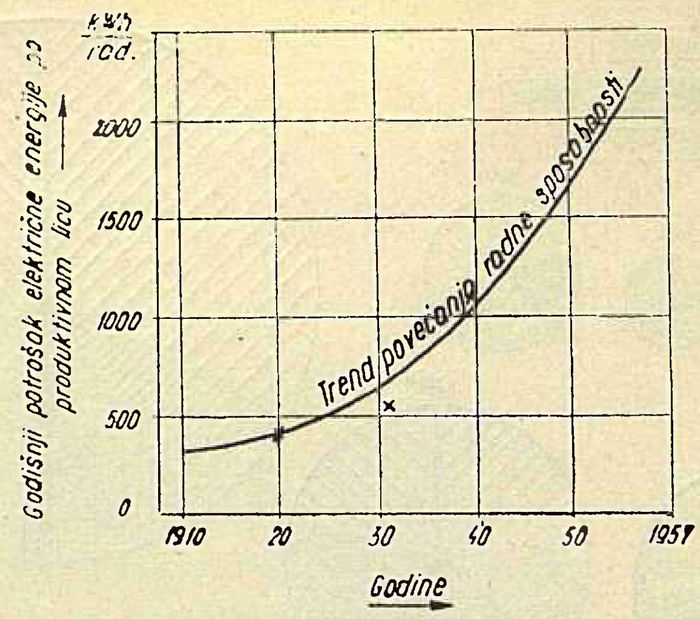
Uzimajući nadalje za osnovu podatke za god. 1931. i god. 1957., to dobivamo analitičkom interpolacijom trend specifične potrošnje električne energije prema tabeli 2.

Trend specifične potrošnje el. energije u industriji

Tabela 2.

Godina	Specifični potrošak po radniku u ind. kWh/rad.	Broj radnika u industrijskim poduzećima	Potrošnja u industriji GWh
1910	300	6.000	1,8
1920	400	12.000	4,8
1931	540	24.000	15,5
1939	1100	32.000	35,4
1952	1980	36.500	72,5
1957	2050	40.000	82,0

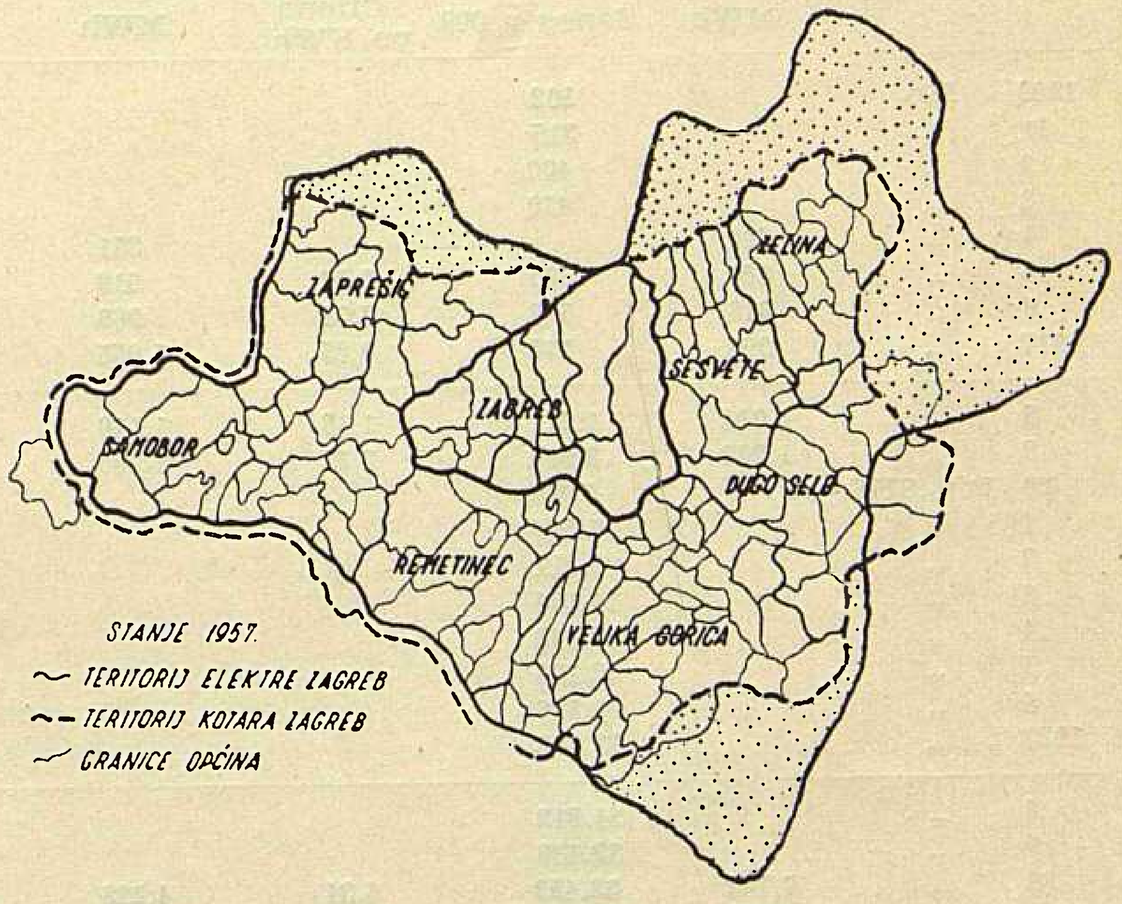
Grafički prikaz porasta proizvodne radne sposobnosti uslijed povećanja upotrebe električne energije dat je u slici 2. Analiza prednje tabele jasno pokazuje stalno povećanje specifične potrošnje i u industriji i u zanatstvu, što je dokazom, da se je u gradu Zagrebu primjenom električne energije znatno povećala i vrijednost proizvodnje i stepen produktivnosti rada. Kada znamo da fizička osamsatna radna sposobnost čovjeka energetski mjerena iznosi 86 kWh godišnje, onda nam trend specifične električne energije u razdoblju od 50 godina pokazuje da je produktivnost rada samo pomoću električne energije postala oko 25 puta većom.



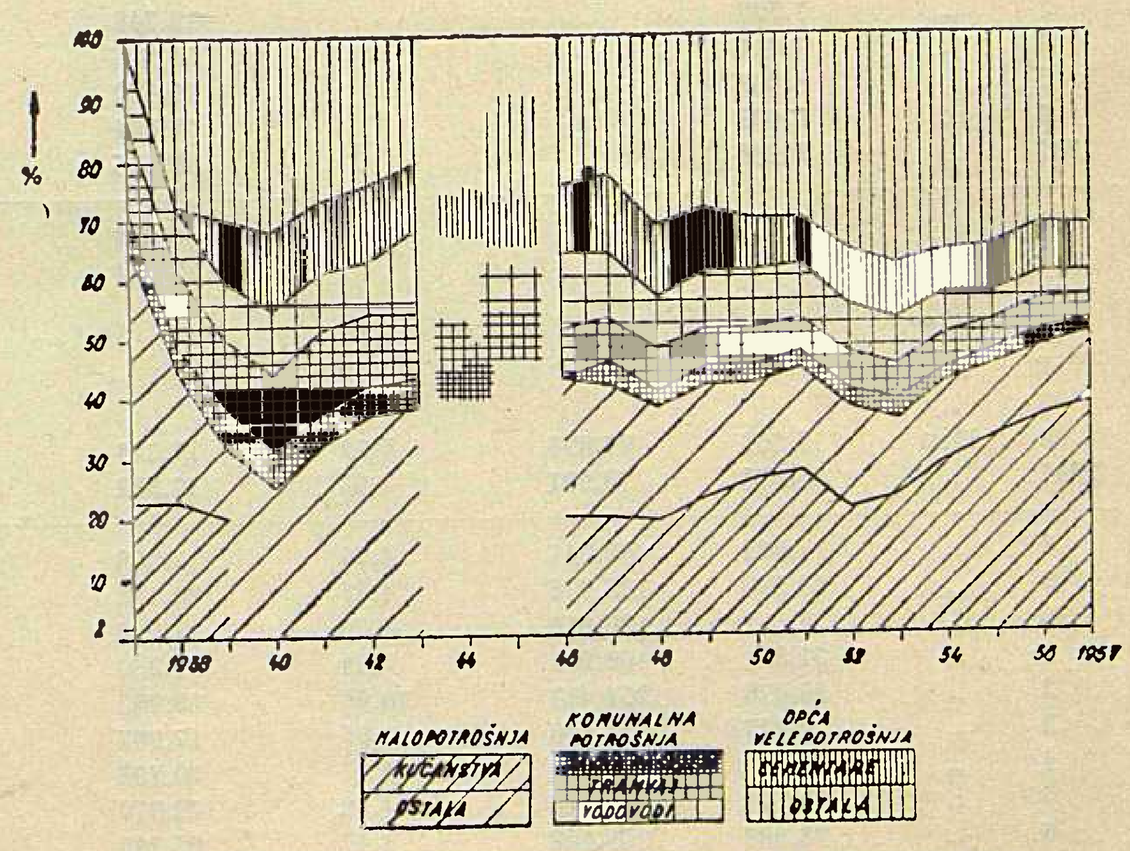
Sl. 2. Trend povećanja radne sposobnosti.

Struktura konzuma

Grad Zagreb sa svojom *Munjarom* odnosno Gradskom električnom centralom, koja se je tokom daljnjeg razvoja podijelila na dva poduzeća *Elektranu* kao proizvodno poduzeće i *Elektru* kao distribuciono poduzeće, vršio je u toku razvoja opskrbe električnom energijom potrošača samog gradskog teritorija i važan

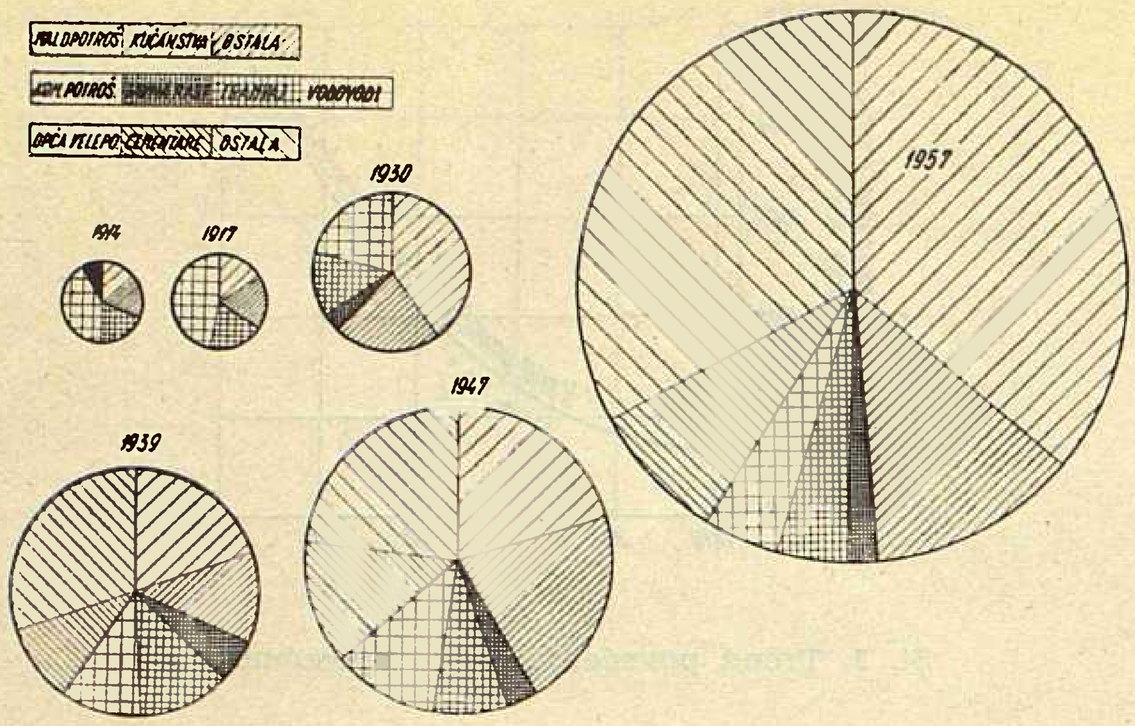


Sl. 3. Konzumno područje Elektre Veliki Zagreb.



Sl. 4. Struktura ukupne potrošnje u % (1937.—1957.).

utjecaj na elektrifikaciju svoje blize i bliže okoline. Dok se je u prvim počecima opskrba električnom energijom protezala samo na gradsko područje od oko 64 km² površine, godine 1932. prelazi gradska električna mreža preko gradske međe na susjedna mjesta Gračani, Šestine i Kustošiju. Konzumno područje širi se postepeno sve dalje i dalje, tako da se opskrba električnom energijom poduzeća Elektre proteže i preko granica Velikog Zagreba, sve do Čakovca, Karlovca i Nove Gradiške.



Sl. 5. Promjena strukture potrošnje svakih (približno) 10 godina na bazi GWh.
Podaci o strukturi potrošnje za ranije godine ne postoje.

Kako se je razvijao potrošak električne energije na teritoriju Velikog Zagreba, čije je područje predočeno na slici 3 pokazano je po grupama potrošača za period kroz 50 godina u tabeli 3. U ovoj tabeli osim energetskih veličina nalazimo također i broj potrošača (koliko ih je bilo moguće prikupiti), a zatim i ukupni prihod od prodaje električne energije kao što i prosječne prodajne cijene po grupama potrošača.

U slikama 4 i 5 prikazani su procentualni odnosi potrošnje električne energije po grupama potrošača, odnosno promjena strukture potrošnje za približno svakih 10 godina.

Brojke tabele 3 za svih 50 godina grafički su prikazane po grupama potrošača na slikama broj 6 do 16.

Struktura potrošnje električne energije grada Zagreba kroz prošlih 50 godina

Tabela 3a

Godina	Valuta	Kućanstvo			Ostala potrošnja			Ukupno malopotrošnja		
		MWh	Iznos u 000	Cijena po KWh	MWh	Iznos u 000	Cijena po KWh	MWh	Iznos u 000	Cijena po KWh
1908	**Kr.**		**102**			10			112	
11	,,		315			90			405	
2	,,		403			111			514	
3	,,		470			136			606	
4	,,	624			831			1.455		
5	,,	624	505	0,72	919	145	0,16	1.619	650	0,4
6	,,	818	578	0,71	969	149	10,15	1.787	727	0,45
1917	,,	906	775	0,85	1.055	181	0,7	1.961	956	0,49
8	,,	1.024	1.211	1,18	1.118	252	0,22	2.142	1.463	0,68
9	,,	1.267	2.939	2,32	1.260	1.570	1,24	2.527	4.509	1,78
20	Din SHS		7.480			4.903			12.383	
1	,,		17.566			8.520			26.086	
2	,,		9.311			3.868			13.179	
3	,,		14.154			6.320			20.474	
4	,,		19.942			7.322			27.264	
5	,,		26.100			2.717			32.817	
6	,,		28.526			7.155			35.681	
1927	,,		29.403			7.836			37.239	
8	,,		31.812			9.369			41.181	
9	,,		32.139			9.920			42.059	
30	,,	7.703	33.453	4,34	4.223	12.781	3,03	11.926	46.234	3,87
1	,,	6.958	32.142	4,62	9.219	11.023	1,2	16.177	43.165	2,67
2	,,	6.830	29.259	4,28	11.415	13.144	1,15	18.245	42.373	2,32
3	,,	7.596			12.348			19.944		
4	,,	7.814			13.536			21.350	51.026	2,39
5	,,	6.209			11.472			17.681	51.964	2,94
6	,,	8.465			15.034			23.499		
1937	,,	9.239			17.025			26.264		
8	,,	9.744			8.584			18.328	27.992	1,53
9	,,	10.333			5.994			16.327	43.236	2,65
40	,,							12.557	33.457	2,67
1	Din H.							17.866	56.479	3,16
2	Kn							22.251	80.071	3,6
3	,,							24.611	154.864	4,48
6	Din	15.206	77.824	5,12	17.324	77.778	4,46	32.530	155.602	4,78
1947	,,	15.978	73.901	4,63	17.382	73.131	4,21	33.360	147.032	4,41
8	,,	17.492	83.341	4,76	17.966	71.899	4	35.458	155.240	4,38
9	,,	24.598	106.975	4,35	20.128	79.413	3,95	44.726	186.388	4,17
50	,,	30.561	130.010	4,26	19.025	83.369	4,38	49.586	213.379	4,3
1	,,	31.591	161.201	5,04	21.350	86.000	4	52.941	247.201	4,67
2	,,	25.076	267.413	10,66	19.703	391.880	19,89	44.779	659.293	14,72
3	,,	30.917	233.400	7,55	17.067	403.405	23,64	47.984	636.805	13,27
4	,,	44.665	221.999	4,97	20.795	482.572	23,2	65.460	704.571	10,76
5	,,	60.779	280.516	4,62	22.970	580.685	25,42	83.749	861.201	10,28
6	,,	73.999	331.108	4,47	24.746	575.829	23,27	98.745	906.937	9,18
1957	,,	91.388	366.882	4,01	29.599	700.003	23,65	120.987	1,066.885	8,82

Tabela 3b

Godina	Valuta	Javna rasvjeta			Tramvaj			Vodovodi			Ukupna komun. potrošnja		
		MWh	Iznos u 000	Cijena po KWh	MWh	Iznos u 000	Cijena po KWh	MWh	Iznos u 000	Cijena po KWh	MWh	Iznos u 000	Cijena po KWh
1908	Kr.								55			55	
10	,,				133								
1	,,				694	87	0,13		66			153	
2	,,				1.054	140	0,13		68			208	
3	,,				952	128	0,13		70			198	
4	,,				964			1.959			2.923		
5	,,				1.091	130	0,12	2.071	70	0,03	3.162	200	0,06
6	,,				1.400	173	0,12	2.578	70	0,03	3.978	243	0,06
1917	,,				1.155	164	0,14	2.696	70	0,026	3.851	234	0,061
8	,,				1.093	156	0,14	2.640	170	0,065	3.733	326	0,09
9	,,				746	228	0,31	2.561	450	0,176	3,307	678	0,2
20	Din SHS				959	671	0,7		600			1.271	
1	,,				1.114	2.729	2,45		3.200			5.929	
2	,,				1.268	967	0,76		750			1.717	
3	,,				1.469	1.666	1,13		900			2.566	
4	,,				1.599	2.498	1,56		900			3.398	
5	,,				1.631	2.553	1,56		900			3.453	
6	,,				1.713	2.683	1,56		900			3.583	
1927	,,				1.830	2.869	1,57		900			3.769	
8	,,				2.083	3.284	1,58		900			4.184	
9	,,				2.287	3.608	1,58		900			4.508	
30	,,	737			2.693	4.217	1,57	4.201	3.120	0,74	7.631	7.337	0,96
1	,,	1.130			3.441	5.384	1,56	4.658	220	0,047	9.229	5.604	0,61
2	,,	1.415			4.090	6.339	1,55	4.999	2.003	0,4	10.504	8.342	0,79
3	,,	1.527			4.234			5.159			10.920		
4	,,	1.962			4.217			5.526			11.705		
5	,,	1.559			4.394			4.069			10.022		
6	,,	1.967			5.112			4.963			12.042		
1937	,,	2.107			5.446			5.043			12.596		
8	,,	2.350			5.708			5.077			13.135		
9	,,	2.721			6.146			5.326			14.193		
40	,,	3.078			6.879	7.803	1,14	5.531	1.772	0,31	15.488	9.575	0,62
1	Din H.	2.986			7.449	11.949	1,60	5.939	4.806	0,81	16.374	16.755	1,0
2	Kn	2.554			8.324	21.022	2,52	6.332	7.824	1,23	17.210	28.846	1,68
3	,,	2.110			6.614	20.271	3,05	8.965	15.094	1,69	17.689	35.365	1,68
4	,,				4.380								
5	Kn/Din				3.229	89.426	27,70	8.896	67.346	7,52			
6	Din				5.849	16.704	2,86	9.522	16.422	1,73	15.371	33.126	2,16
1947	,,	2.423		1,59	6.271	13.187	2,10	9.025	14.496	1,61	17.719	27.683	1,56
8	,,	2.561	4.610	1,8	6.596	13.129	1,99	8.851	13.417	1,52	18,008	31.156	1,72
9	,,	2.929	5.273	1,8	7.090	14.359	2,03	11.011	16.677	1,51	21.030	36.309	1,73
50	,,	2.564	4.616	1,8	7.300	14.849	2,03	11.765	17.724	1,5	21.629	37.189	1,72
1	,,	2.255	4.058	1,8	7.265	14.487	1,99	10.976	16.482	1,5	20.496	35.027	1,71
2	,,	2.722	32.657	12	6.977	85.620	12,27	9.836	78.792	8,01	19.535	197.069	10,07
3	,,	3.612	43.341	12	7.848	94.622	12,05	9.727	78.293	8,04	21.187	216.256	10,2
4	,,	3.400	49.664	14,6	8.613	100.535	11,67	10.481	85.112	8,12	22.494	235.311	10,46
5	,,	4.304	55.950	13	9.447	115.277	12,00	10.365	84.392	8,14	24.116	255.619	10,6
6	,,	4.508	58.601	13	9.782	119.141	12,00	10.940	98.795	9,03	25.230	276.537	10,9
1957	,,	4.608	28.799	6,25	10.264	76.882	7,49	11.115	103.305	9,29	25.987	208.926	8,04

Tabela 3c

Godina	Valuta	Cementarne				Ostala velepotrošnja				Ukupna opća potrošnja			
		Broj potr.	MWh	Iznos u ooo	Cijene po kWh	Broj potr.	MWh	Iznos u ooo	Cijena po kWh	Broj potr.	KWh	Iznos u ooo	Cijena po kWh
1938	Din SHS						12.077				12.077	14.457	1.20
9	,,		5.019				15.200				20.219		
40	,,		7.172	3.461	0,48		16.600	15.123	0,91		23.772	18.584	0,78
1	Din H.		6.816	5.676	0,83		15.479	26.463	1,72		22.295	32.139	1,45
2	,,		7.949	9.522	1,21		17.518	39.139	2,23		25.467	48.661	1,91
3	,,		7.195	12.356	1,72		14.515	56.519	3,9		21.709	68.875	3,17
4	,,		4.576										
5	Kn/Din		2.363	32.890	13,92		6.768	188.071	27,8		9.131	220.961	24,2
6	Din		7.786	10.407	1,34		18.767	63.856	3,4		26.553	74.263	2,8
1947	,,		10.227	13.847	1,35		18.203	52.245	2,87		28.430	66.092	2,32
8	,,		10.665	18.526	1,74		29.227	62.711	2,15		39.892	81.273	2,04
9	,,		10.476	18.362	1,75		29.927	72.911	2,44		40.403	91.273	2,26
50	,,		10.389	14.800	1,43		36.270	84.911	2,34		46.659	99.711	2,57
1	,,		9.487	13.351	1,41		36.392	83.720	2,29		45.870	97.071	2,11
2	,,		10.660	102.276	9,59		42.267	594.276	14,05		52.927	696.552	13,16
3	,,	2	10.747	106.027	9,86	170	50.00	661.757	13,23	172	60.752	767.784	11,65
4	,,	2	9.922	145.247	14,64	166	54.909	1,033.963	18,83	168	64.831	1,179.210	18,19
5	,,	2	16.083	225.221	14,00	166	65.345	1,924.377	19,8	168	81.418	1,519.598	18,66
6	,,	2	15.924	232.234	14,58	174	66.886	1,335.006	19,93	176	82.810	1,567.240	18,95
1957	,,	2	20.037	251.243	12,54	173	78.905	1,302.774	16,51	175	98.942	1,554.017	15,71

Tabela 3d

Godina	Valuta	Sveukupna potrošnja			
		Broj potr.	MWh	Iznos u ooo	Cijena
1907	**Kr.**		300	13	0,043
8	,,		2.100	167	0,08
9	,,		2.500	275	0,11
10	,,		3.100	388	0,125
1	,,		4.600	558	0,121
2	,,		5.300	722	0,136
3	,,		5.600	804	0,143
4	,,		4.378	850	0,194
5	,,		4.781	850	0,178
6	,,		5.765	970	0,17
1917	**,,**		**5.812**	**1.190**	**0,20**
8	,,		5.875	1.789	0,31
9	,,		5.834	5.187	0,89
20	Din SHS		8.442	13.654	1,61
1	,,		8.913	32.015	3,59
2	,,		11.814	14.896	1,26
3	,,		13.495	23.040	1,70
4	,,		15.610	30.662	1,96
5	,,		17.819	36.270	2,00
6	,,		18.600	39.264	2,10
1927	**,,**		**18.000**	**41.008**	**2,27**
8	,,		19.900	45.365	2,28
9	,,		22.000	46.567	2,12
30	,,	25.813	19.557	53.571	2,74
1	,,	30.106	25.406	48.769	1,92
2	,,	33.804	28.749	50.715	2,04
3	,,	36.187	30.864	51.278	1,91
4	,,	38.830	33.055	60.000	1,82
5	,,	41.632	27.703	48.750	1,76
6	,,	44.812	35.541	55.300	1,56
1937	**,,**	**48.413**	**38.860**	**58.882**	**1,53**
1938	,,	54.606	43.540	63.496	1,25
9	,,	61.718	50.739	70.538	1,39
40	,,		51.817	61.616	1,19
1	Din H		56.535	105.373	1,86
2	Kn		64.928	157.578	2,42
3	,,		64.009	259.104	4,04
6	Din		74.454	262.991	3,53
1947	**,,**		**79.509**	**240.807**	**3,03**
8	,,		93.358	267.633	2,87
9	,,		106.159	313.970	2,96
50	,,		117.874	350.279	2,97
1	,,		119.316	379.299	3,18
2	,,		117.241	1,552.914	13,24
3	,,	103.393	129.923	1,620.845	12,47
4	,,	109.800	152.785	2,119.092	13,87
5	,,	114.510	189.283	2,636.418	13,93
6	,,	118.667	206.785	2,750.714	13,30
1957	**,,**	**124.481**	**245.916**	**2,829.828**	**11,50**

Broj malopotrošača Tabela 3e

Godina	Kućanstvo	Ostala potrošnja	Ukupno malopotrošnja
1953	86.436	16.620	103.056
1954	92.410	17.036	109.446
1955	97.109	16.995	114.104
1956	101.283	17.014	118.297
1957	106.521	17.544	124.065

Pokriće potreba konzuma

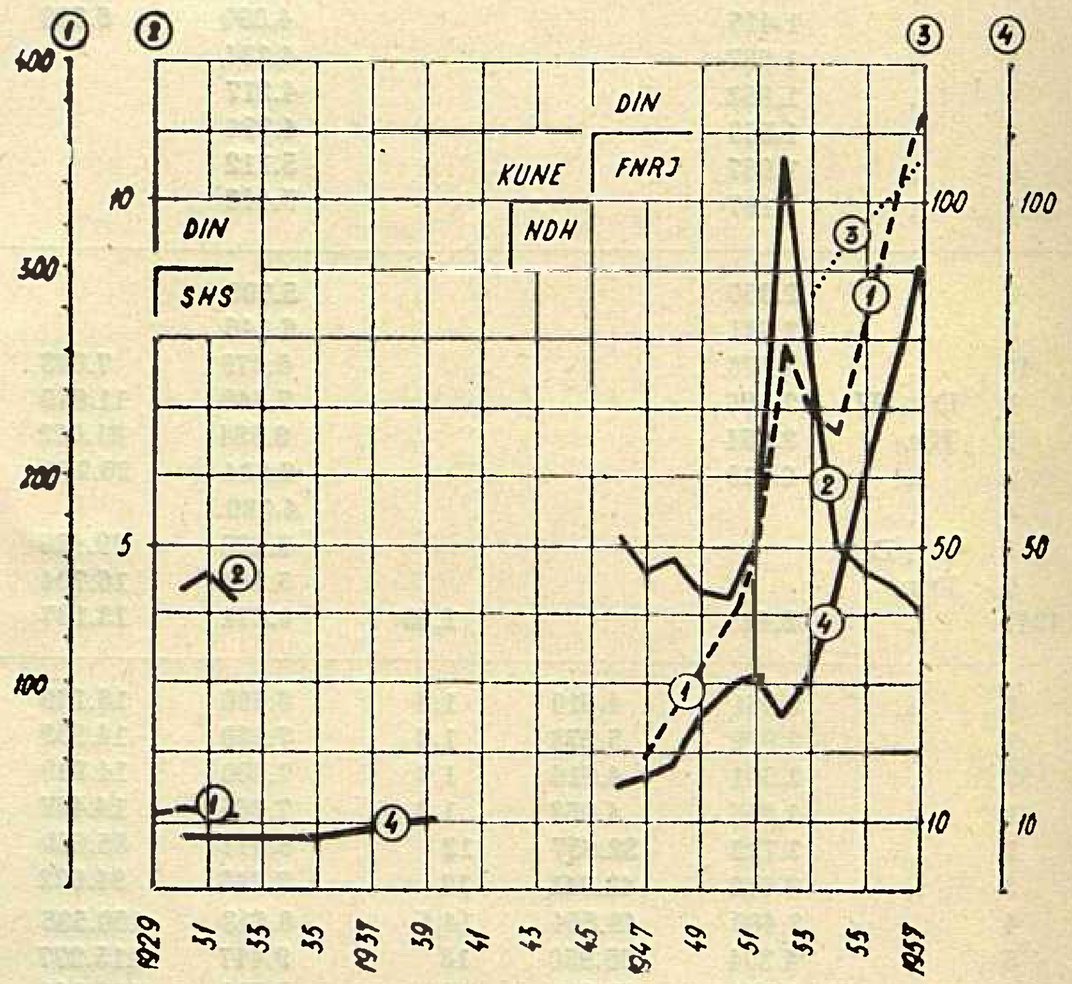
Do značajnih okolnosti za razvoj elektroprivrede grada Zagreba dolazimo, ako usporedimo proizvodnju njene lokalne elektrane sa ukupnim potrebama na električnoj energiji. Tabela 4 daje nam uvid u te odnose.

Tabela 4

Proizvodnja lokalne termoelektrane i potrebe grada Zagreba na električnoj energiji

Godina	Proizvodnja termoelektrane Zagreb GWh	Nabava iz drugih elektrana GWh	Ukupne potrebe GWh	Faktor udjela proizvodnje lokalne elektrane u potrebama konzuma
1908	0,223	—	0,223	1.—
1910	3,100	—	3,100	1.—
1915	6,106	—	6,106	1.—
1920	8,422	—	8,422	1.—
1925	17,819	—	17,819	1.—
1930	22,164	2,808	24,972	0,9
1935	36,643	3,257	40,191	0,9
1940	60,399	2,218	62,617	0,97
1946	59,894	23,106	83,000	0,72
1950	82,729	46,773	129,502	0,63
1955	74,880	114,404	189,284	0,40
1956	94,142	112,642	206,784	0,45

Iz tabele 4. je vidljivo da je kapacitet lokalne elektrane grada Zagreba počeo biti već oko 1930. premalen, te da su se potrebe grada morale stvarno podmirivati iz drugih izvora.

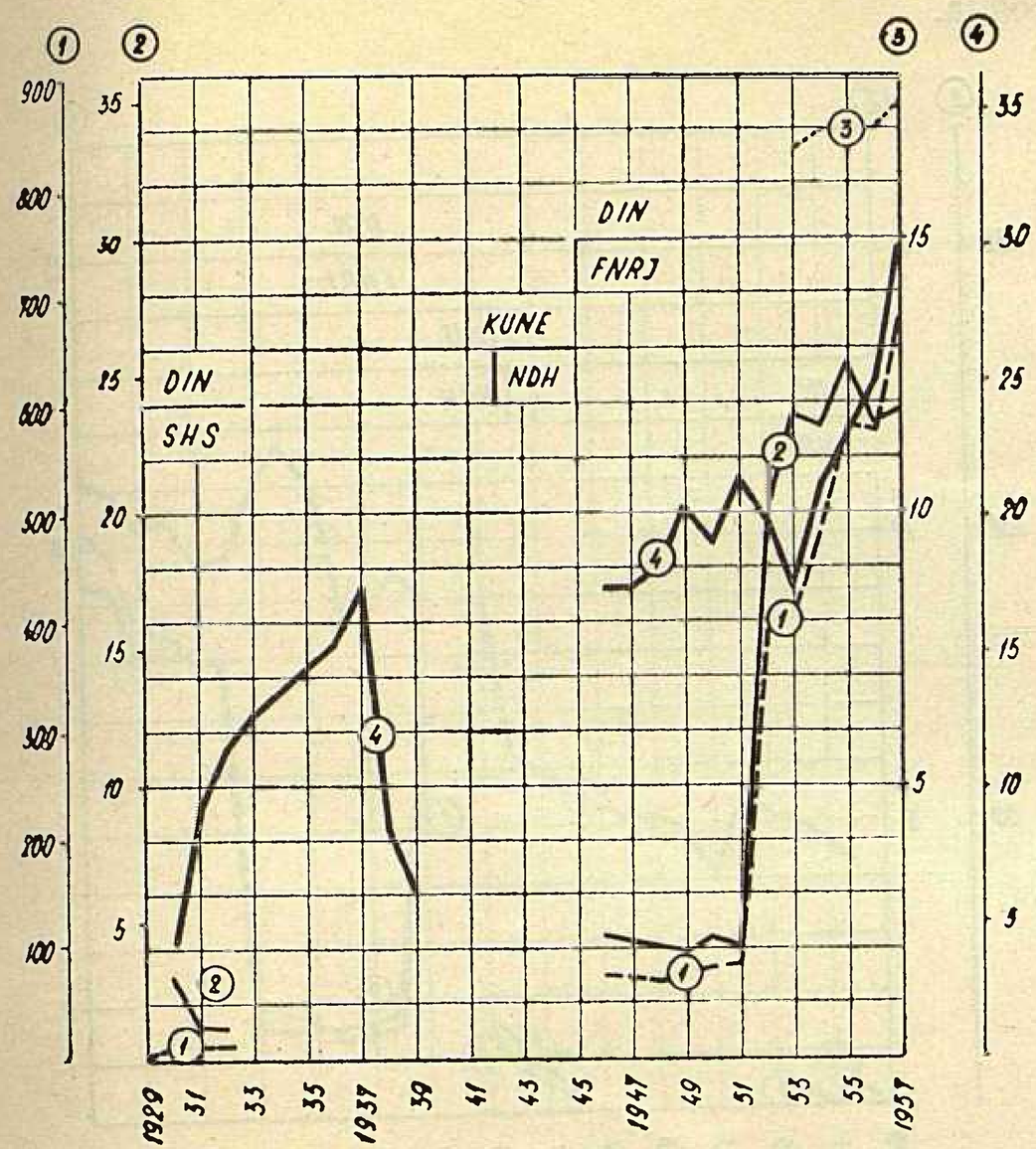


Sl. 6. Energetske i ekonomske karakteristike konzuma: k u ć a n s t v o.
Krivulje s pripadnim mjerilima prikazuju: 1 — prihod prodaje u milijunima, 2 — jedinična srednja cijena, 3 — broj potrošača u hiljadama, 4 — konzum u 1000 MWh.

Nakon pedeset godina elektrifikacije grada moralo je preko polovice ukupnih potreba biti nabavljeno od drugih elektrana.

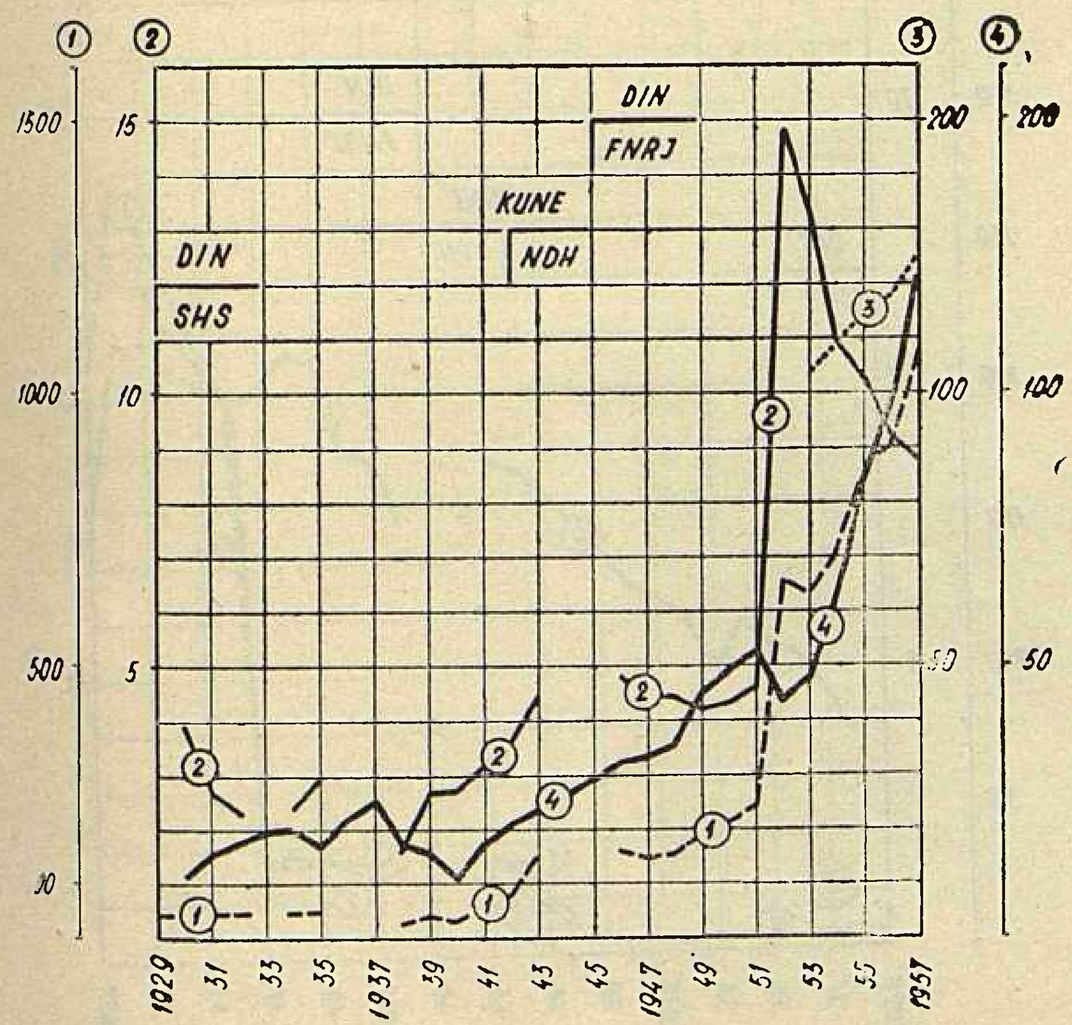
Tako je godine 1951. pregrađen prenosni vod sa Slovenijom na pogonski napon 110 kV. (Izgrađen je 1943. sa pogonskim naponom 50 kV). Godine 1952. u proljeće stavljena je u pogon nova hidroelektrana Ozalj II sa 2,4 MW snage, a u ljetu iste godine i prvi agregat hidroelektrane Nikola Tesla u Triblju sa snagom od 28 MW paralelno sa stavljanjem u pogon 110 kV-nog dalekovoda Zagreb — Tribalj. God. 1954. ulazi u pogon 15 MW-ni agregat termoelektrane Konjščina, a koncem 1957. ulaze u pogon daljnja 2 garegata sa ukupno 25 MW snage. Stavljanjem u pogon punog kapaciteta HE Vinodol od 85 MW povećana je znatno proizvodno - energetska baza snabdijevanja grada Zagreba električnom energijom. U istom razdoblju

povezan je sjeverozapadni energetski sistem zap. Hrvatske i sa drugim dalekovom 110 kV sa Slovenijom preko Maribora (1953.). Uza sve to u zadnjim godinama razvoja svoje elektroprivrede Zagreb je mnogo



Sl. 7. Energetske i ekonomske karakteristike konzuma: ostala malopotrošnja.
Krivulje s pripadnim mjerilima prikazuju: 1 — prihod prodaje u milijunima, 2 — jedinična srednja cijena, 3 — broj potrošača u hiljadama, 4 — konzum u 1000 MWh.

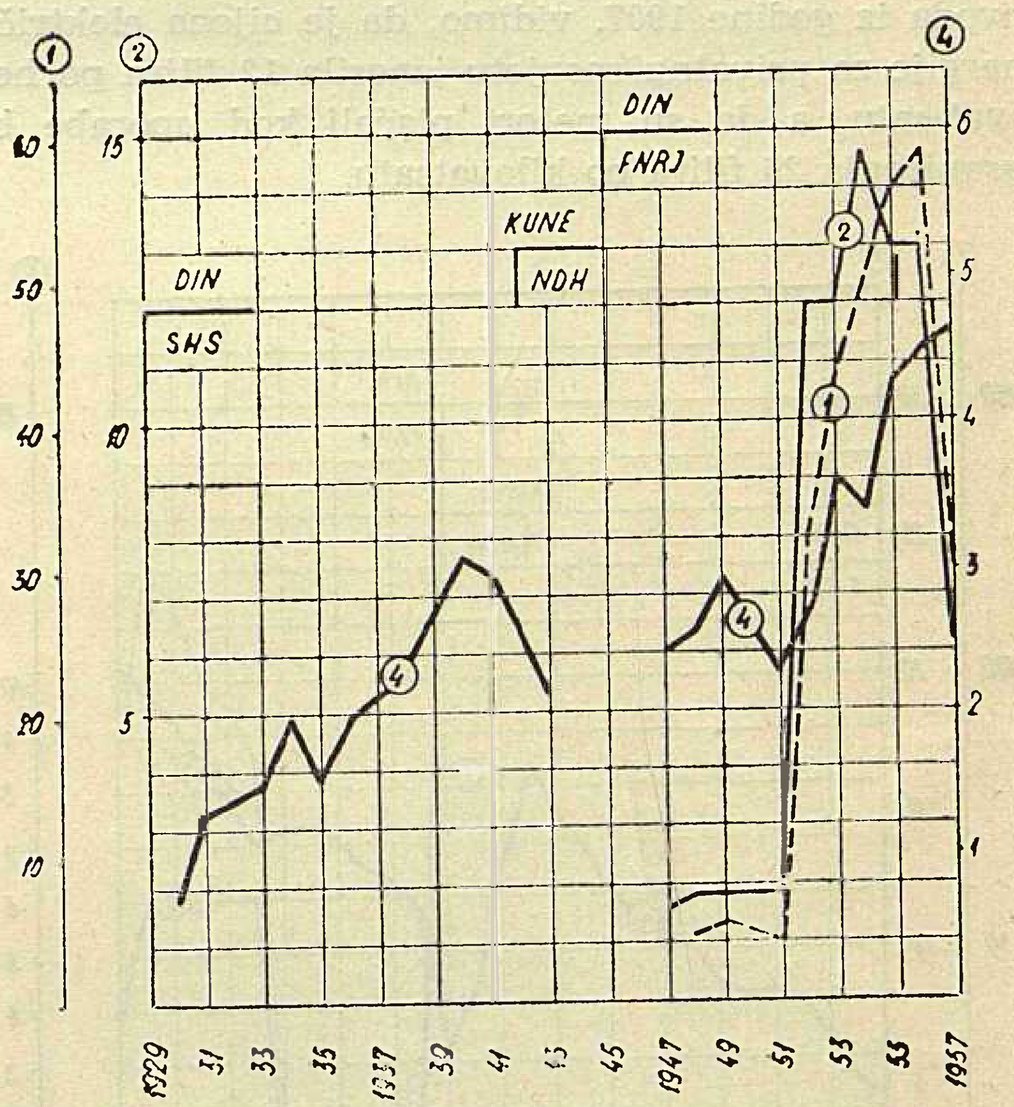
trpio od nestašice električne energije, naročito u zimskom periodu, kada je dolazilo do čestih redukcija i iskapčanja industrije i široke potrošnje. Kada ne bi bilo takvog ograničenja u potrošnji električne energije, konzum grada bi vjerojatno bio postigao znatno veće iznose, što bi u stvari i odgovaralo proizvodnim mogućnostima industrijskog kapaciteta grada.



Sl. 8 Energetske i ekonomske karakteristike konzuma: malopotrošnja ukupno.
Krivulje s pripadnim mjerilima prikazuju: 1 — prihod prodaje u milijunima, 2 — jedinična srednja cijena, 3 — broj potrošača u hiljadama, 4 — konzum u 1000 MWh.

Izgradnjom dalekovoda 2 × 110 kV Jajce—Zagreb poboljšava se koncem god. 1956. energetska situacija zagrebačke elektroprivrede. Ujedno se pojačava i proširuje distribuciona gradska mreža izgradnjom novih 110/10 kV transformatorskih stanica, a god. 1957. dovršuje 110 kilovoltni opskrbni prsten oko grada. Time svime omogućena je u narednim godinama dovoljna i sigurna opskrba električnom energijom potrošača u gradu Zagrebu.

Tako se je elektroprivreda Zagreba od početnih svojih 7.5 km kabelske mreže od 5 kV i 500 Volti te 20 km zračne mreže u god. 1907., povećala kroz 50 godina na prenosno-distribucioni sistem od 2.165 km kabelske i zračne mreže. Dok je u godini 1908. bilo na svaki km mreže prenešeno i distribuirano samo 8300 kWh, to se je u god. 1956. kod potrošnje od 204 milijuna kWh povećala distribucija na 94.500 kWh/km opskrbne električne mreže. Od početne instalirane transformatorske snage, smještene u 9 stanica od



Sl. 9. Energetske i ekonomske karakteristike konzuma: javna rasvjeta.
Krivulje s pripadnim mjerilima prikazuju: 1 — prihod prodaje u milijunima, 2 — jedinična srednja cijena, 4 — konzum u 1000 MWh.

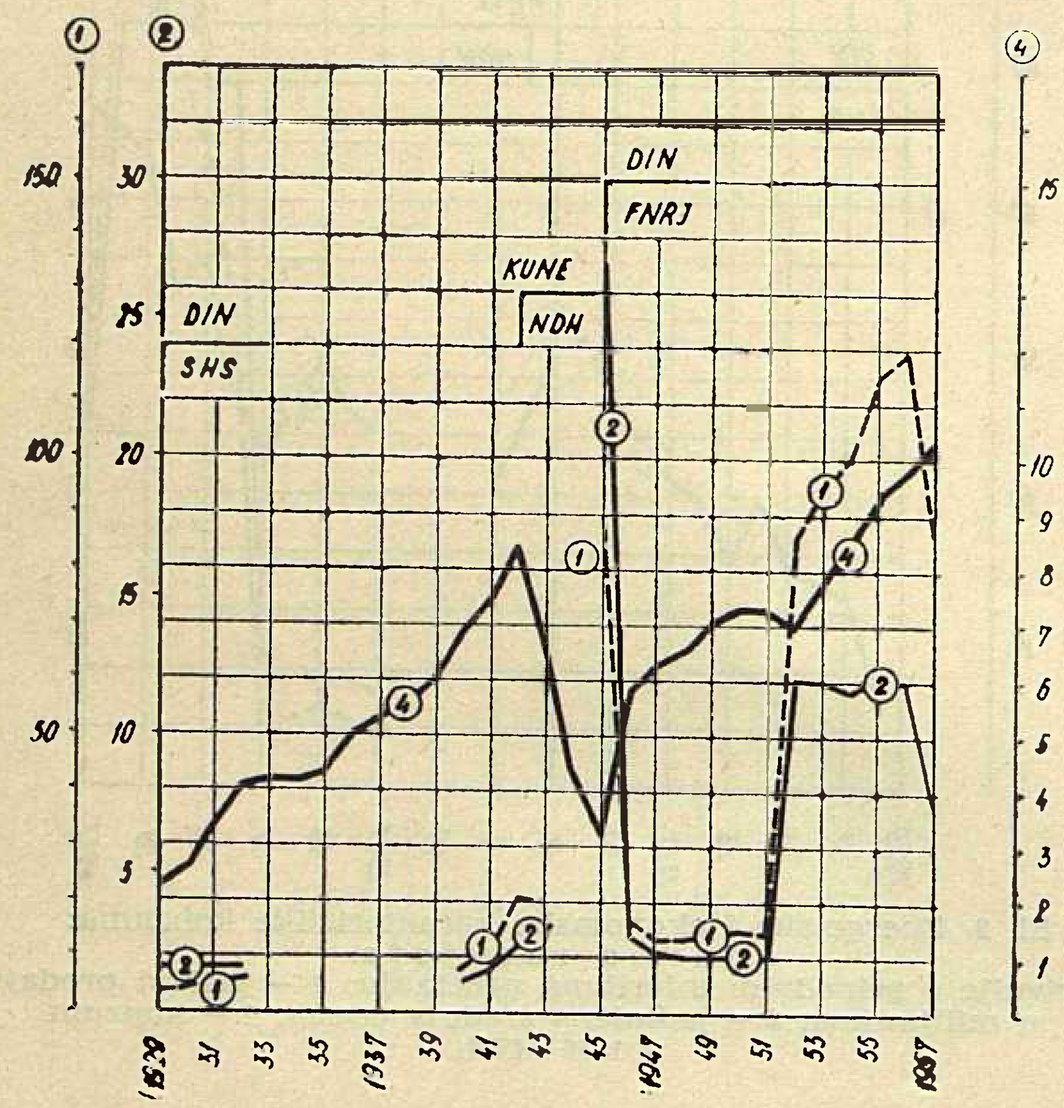
ukupno 450 kVA, transformatorska snaga zagrebačke elektroprivrede povećava se do god. 1956. na 197,000 kVA, smještenih u 554 transformatorskih stanica, t. j. ona je postala 360 puta veća. Pri tome se ne smije smetnuti s uma da je današnja distribuciona mreža još uvijek preopterećena, iako je razdjelni napon povećan na 30 kV, a napon sekundarne mreže povećan na 380/220 Volti, dok je ova u središtu grada izgrađena kao učvorena mreža.

Maksimalno opterećenje grada Zagreba dostignuto u god. 1957. sa veličinom od oko 60 MW, odgovara specifičnoj gustoći od 770 kW/km² (Ovaj se podatak odnosi na uže gradsko područje). Za tok dnevnog opterećenja konzumnog područja karakteristični su dnevni dijagrami potrošnje. U slikama br. 17 i 18 prikazan je dijagram opterećenja iz god. 1939. i iz god. 1957. Iz ovih dijagrama je vidljivo da je u međuvremenu od 1939. do 1957. porasla maksimalna potražnja potrošača

od 15.200 na 60.100 kW što znači povećanje od četiri puta. U istom razdoblju povećala se je potrošnja električne energije od 34 na 230 milijuna kWh, što odgovara povećanju za sedam puta.
Kako se je znatno izmijenio stepen iskorištenja maksimalne potražnje grada pokazuje najbolje faktor opterećenja koji se je od god. 1939. do godine 1957. povećao od 0,58 na 0,85.
Ovakova promjena strukture i karaktera potrošnje električne energije znatno je utjecala i na ekonomičnost proizvodnje a time i na visinu prodajne cijene električne energije u Zagrebu.

Prodajne cijene i tarifa električne energije

Za razvoj prodajnih cijena i tarifa električne energije bit će interesantno navesti neke podatke iz prvih početaka elektrifikacije grada Zagreba.
Iz zapisnika Odbora za upravu Gradske Munjare i Vodovoda iz godine 1907. vidimo, da je cijena električne energije za privatnu rasvjetu iznosila 12 filira po hektovat-satu, a da su motori plaćali kod uporabe bez ograničenja 25 filira po kilovatsatu.

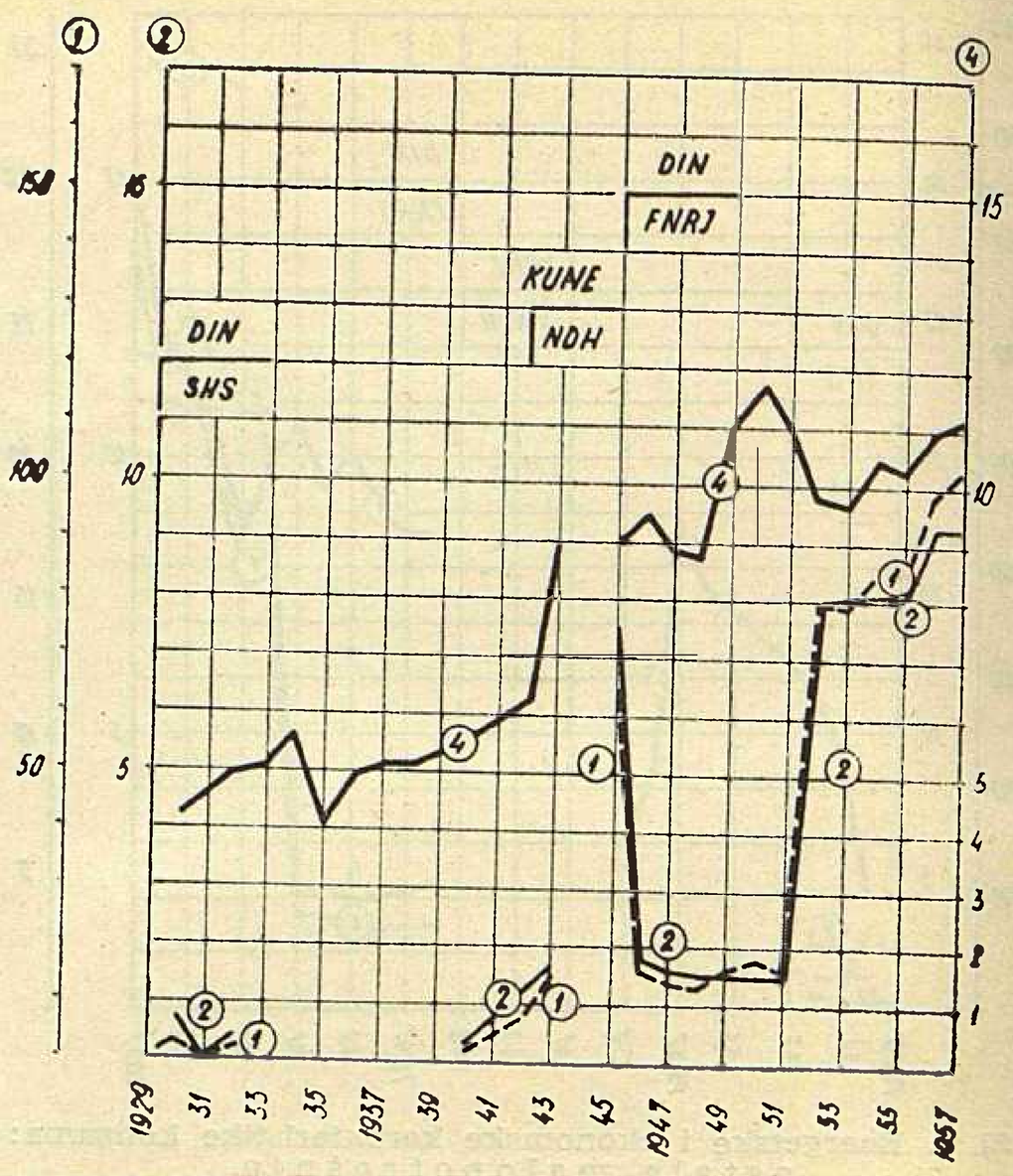


Sl. 10. Energetske i ekonomske karakteristike konzuma: tramvaj.
Krivulje s pripadnim mjerilima prikazuju: 1 — prihod prodaje u milijunima, 2 — jedinična srednja cijena, 4 — konzum u u 1000 MWh.

Da se već u prvim počecima razvoja elektrifikacije grada počinje razvijati i tarifna politika i uvoditi već i složeniji tarifni oblici svjedoči činjenica da je Hrvatsko narodno kazalište već u god. 1911. dobilo tarifu sa količinskim granicama. Za prvih 35.000 kWh važila je cijena od 30 filira po kWh, a preko toga određena je za daljnji potrošak cijena od 20 filira.
Iste godine »veliki« konzumenti imadu već dvojnu tarifu za priključak na visoki napon. Plaća se osnovna uplata prema kroz 1/4 sata polučenom maksimalnom godišnjom opterećenju, tako da se za prvih 500 sati korištenja toga maksimuma plaća cijena od 50 filira po kWh, dok za svu ostalu godišnju potrošnju vrijedi cijena od 8 filira po kWh.

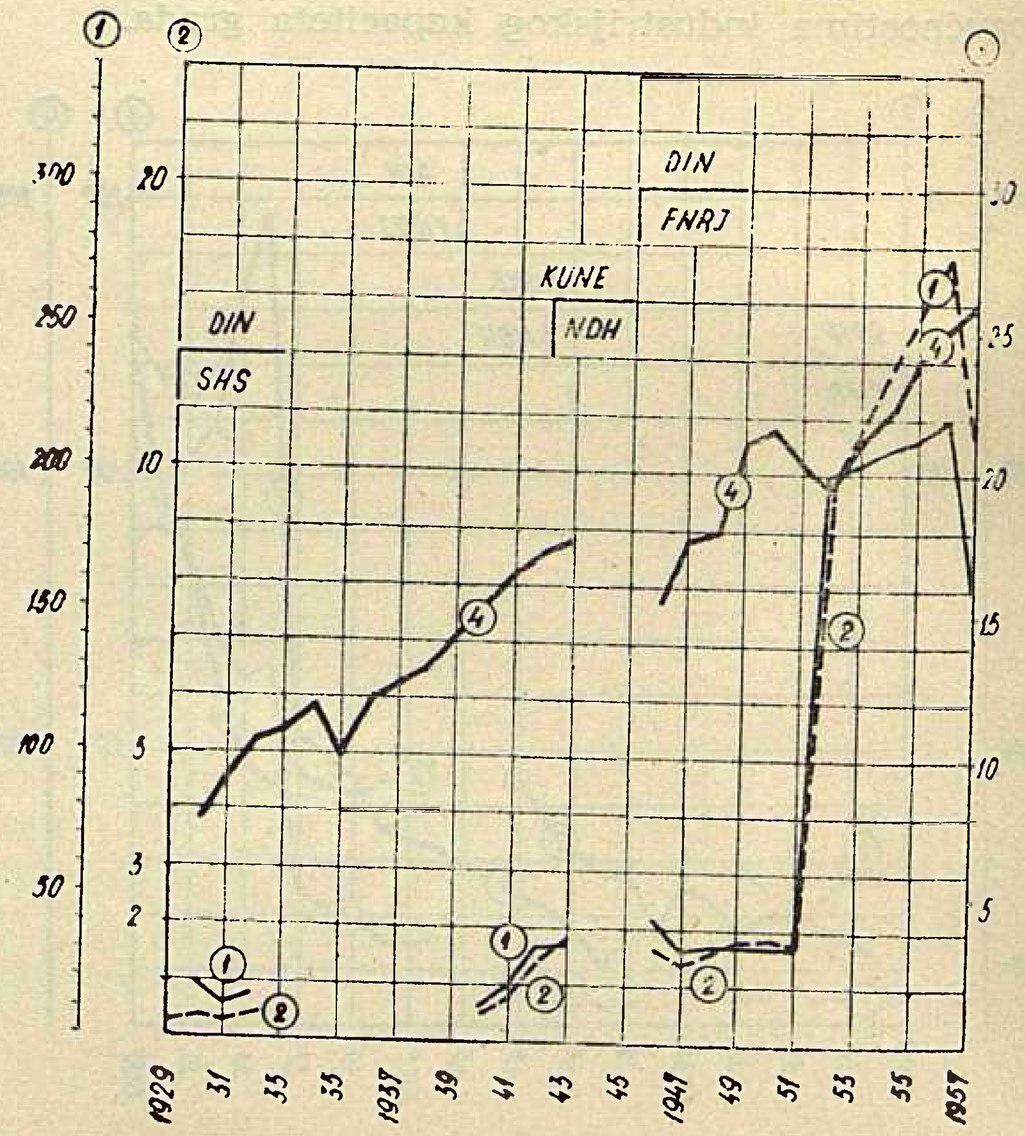
Povrh toga primjenjuje se i popust prema veličini godišnjeg plaćanja do 40%.

Osim same cijene za električnu energiju plaćaju potrošači i pristojbu za brojilo i priključne pristojbe za trošila.



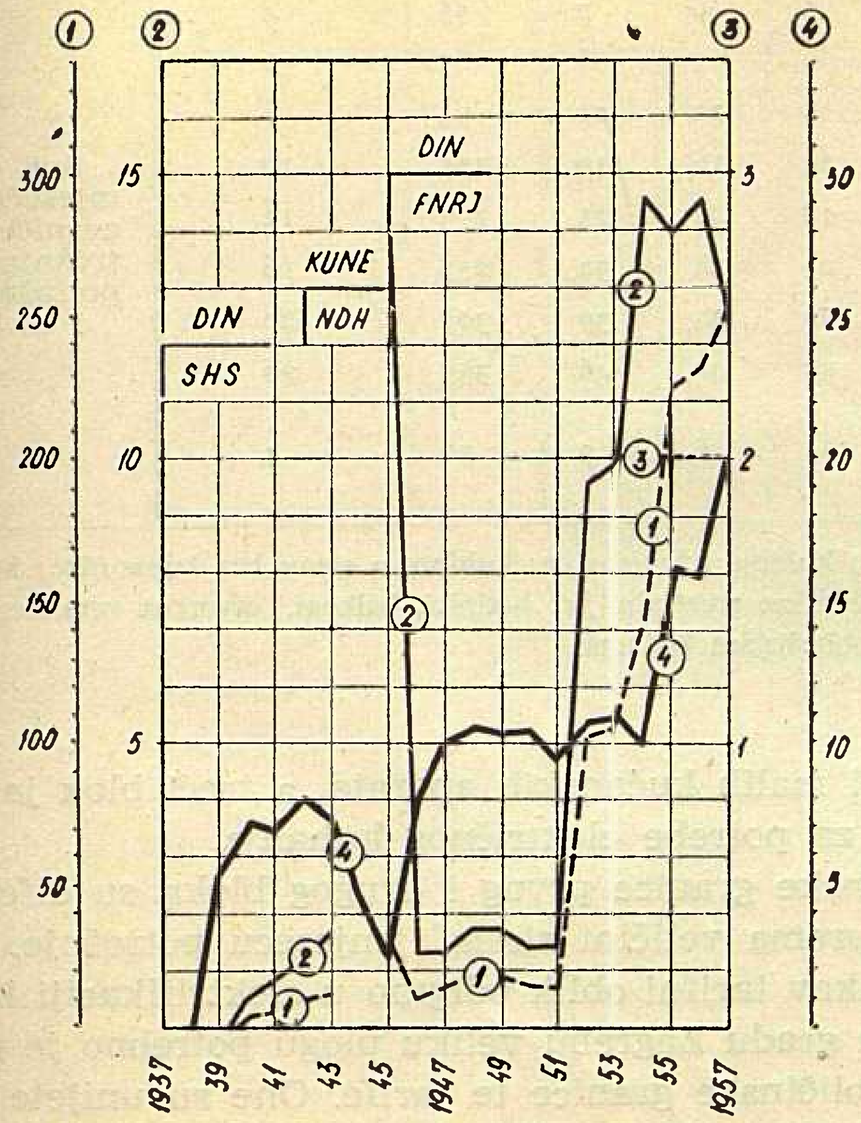
Sl. 11. Energetske i ekonomske karakteristike konzuma: vodovodi.
Krivulje s pripadnim mjerilima prikazuju: 1 — prihod prodaje u milijunima, 2 — jedinična srednja cijena, 4 — konzum u u 1000 MWh.

U ugovoru sa Električnim tramvajem iz godine 1910. predviđa se dobavna cijena od 14 filira po kilovatsatu do potrošnje od 700.000 kWh godišnje, a preko toga od 12 filira.



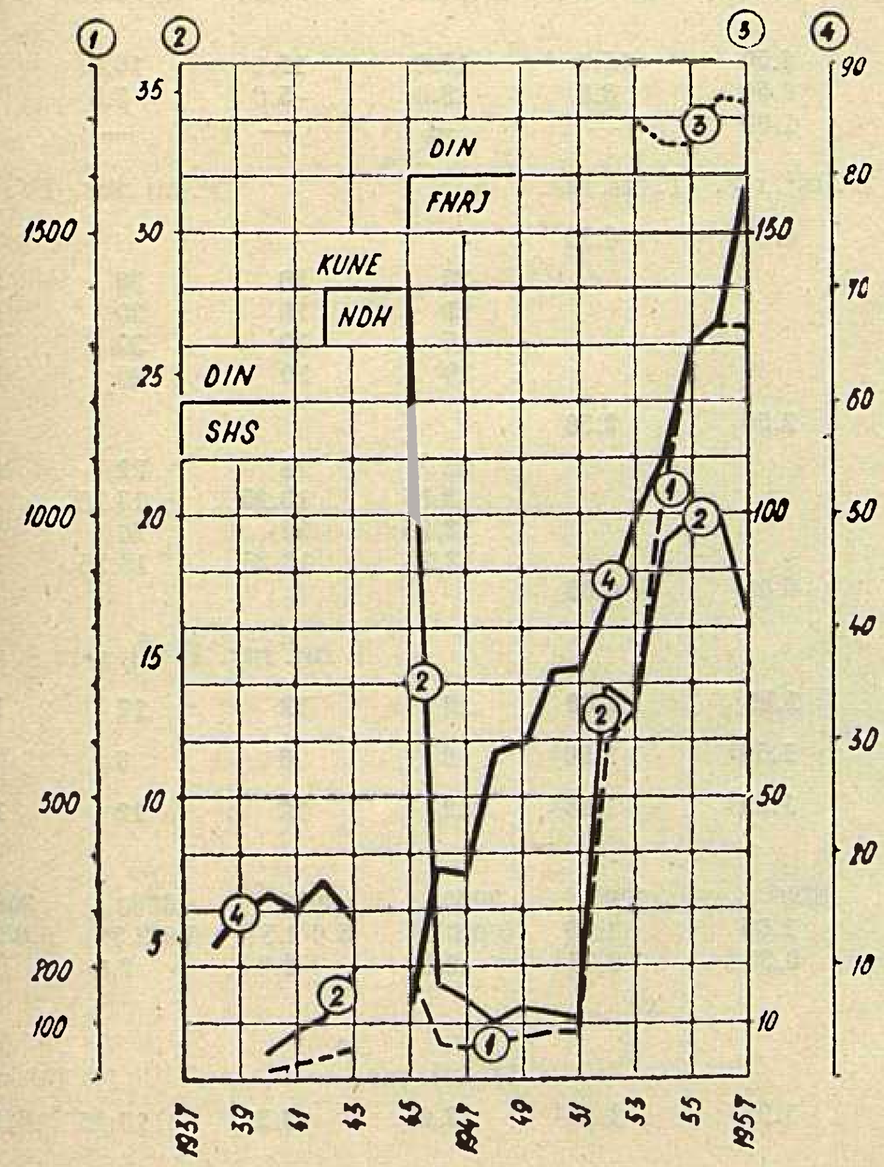
Sl. 12. Energetske i ekonomske karakteristike konzuma: komunalna potrošnja ukupno.
Krivulje s pripadnim mjerilima prikazuju: 1 — prihod prodaje u milijunima, 2 — jedinična srednja cijena, 4 — komzum u u 1000 MWh.

Normalni razvoj povećanja potrošnje biva ometan ratnim događajima prvog svjetskog rata, te se god. 1917. potrošak ograničuje na maksimalno 25 kWh po kućanstvu mjesečno, a cijena se električne energije povisuje za rasvjetu sa 25%, a za motorni pogon 80%.



Sl. 13. Energetske i ekonomske karakteristike konzuma: cementarne.
Krivulje s pripadnim mjerilima prikazuju: 1 — prihod prodaje u milijunima, 2 — jedinična srednja cijena, 3 — broj potrošača u hiljadama, 4 — konzum u 1000 MWh.

Nakon dovršetka rata dolaze do izražaja nepovoljni privredni odnosi, pa se tako mora pristupiti i povišenju cijena električne energije.



Sl. 14. Energetske i ekonomske karakteristike konzuma: ostala velepotrošnja.
Krivulje s pripadnim mjerilima prikazuju: 1 — prihod prodaje u milijunima, 2 — jedinična srednja cijena, 3 — broj potrošača u hiljadama, 4 — konzum u 1000 MWh.

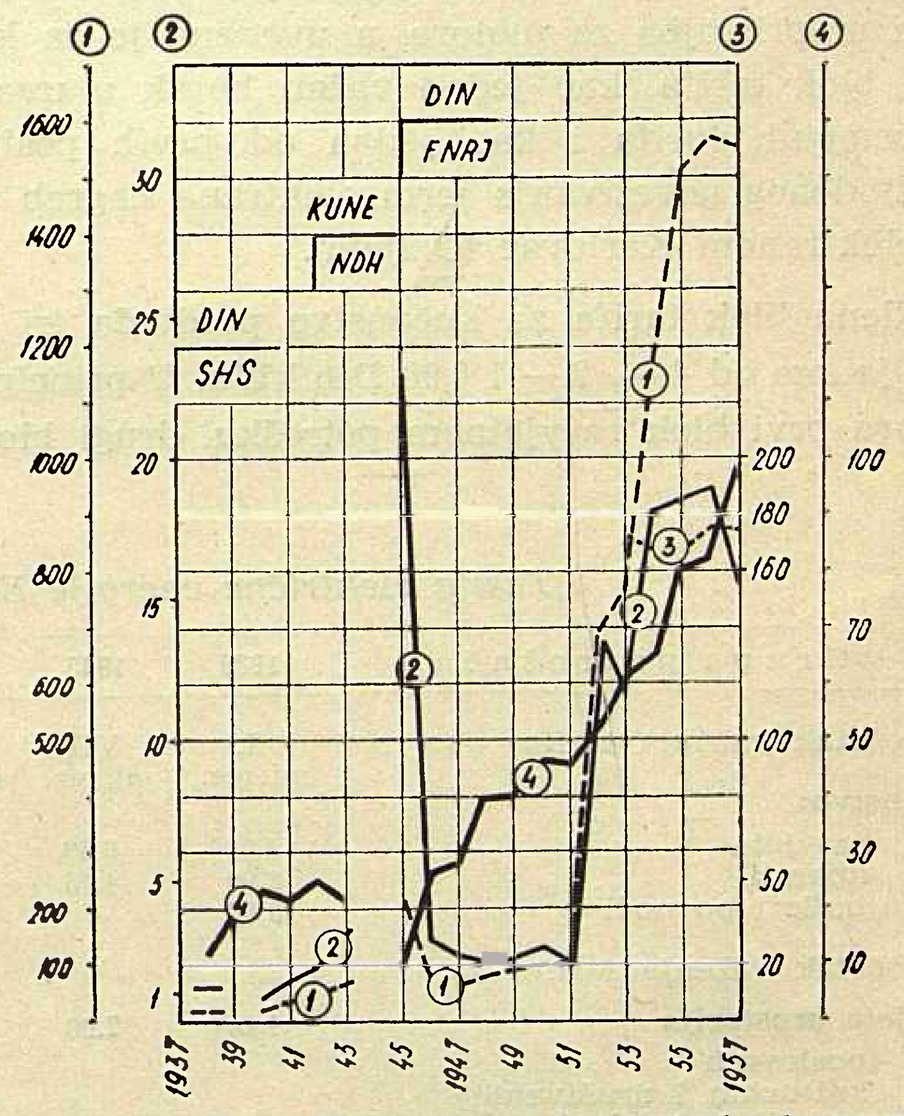
Sa 1. XI. 1919. povisuje se tarifa za rasvjetu na 4 Kr/kWh, a ona za pogon na 3 Kr/kWh, a naziv *Munjara* se pretvara u *Električna centrala.*
Godine 1922. sa petim mjesečnim razdobljem uvedene su tarife električne energije u dinarskoj vrijednosti kako to pokazuje tabela 5.

Tarifa eletkrične energije u gradu Zagrebu 1922. god.
Tabela 5

Vrsta potrošnje	Tarifa
Privatna rasvjeta	3,00 Din/kWh
Obrtna rasvjeta	4,50 Din/kWh
Rasvjeta kavana i kina	6,00 Din/kWh
Motori i aparati	2,50 Din/kWh

Ove cijene su do godine 1929. ustalnom porastu, a od godine 1926 obračunava se motorni pogon velepotrošača prema stepenastoj tarifi, sa opadajućom cijenom, kod veće potrošnje, i to:

kod godišnjeg potroška	preko	50.000	kWh sa	3,00	Din/kWh
kod godišnjeg potroška	preko	100.000	,, ,,	2.50	,,
kod godišnjeg potroška	preko	150.000	,, ,,	2.20	,,



Sl. 15. Energetske i ekonomske karakteristike konzuma: opća velepotrošnja ukupno.
Krivulje s pripadnim mjerilima prikazuju: 1 — prihod prodaje u milijunima, 2 — jedinična srednja cijena, 3 — broj potrošača u hiljadama, 4 — konzum u 1000 MWh.

Godine 1928. uvode se pored tarife za električnu energiju i priključne pristojbe na motore brojila i kućne priključke. Snizuje se tarifa za rasvjetu radionica, trgovina i ugostiteljstva i tarifa za motorni pogon.
Godine 1929. sa 1. I. novi tarifni sistem obuhvaća pristojbe i tarife kako slijedi:

1. Priključne pristojbe

a) kabelski kućni priključci za prizemnicu svaki kat 100 Din više	Din 400.— a za
b) zračni kućni priključak	,, 200.—
c) priključak brojila (jednofaznog)	,, 250.—
d) priključak za motore	,, 200.—/KS
e) za pojačanje transformatora	,, 50.—/KS

2. Tarifa električne energije po 1 kWh

rasvjeta za kućanstvo	Din 5,00
rasvjeta za radionice, trgovine i gostione	,, 6,00
rasvjeta za kavane i kina	,, 7,50
pogon motora malopotrošača	,, 2,20
(zaporna tarifa od 17–19 sati)	,, 5,00
reklamna rasvjeta	,, 2,80

Blok tarifa za kućanstva u gradu Zagrebu **Tabela 6**

Veličina stana prema broju prostornih jedinica	Od ukupnog mjesečnog potroška otpada u kWh na														
	I. Blok (rasvjetni blok) u mjesecu												God.	II. Blok (kućan. aparati) mjesečno	III. Blok (kuhanje — termija)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1	6	5	5	4	4	3	3	3	4	5	6	7	55	4	Sva ostala mjesečna neograničena potrošnja preko potrošnje po I. i II. bloku
2	7	6	5	5	4	4	4	4	5	6	7	8	65	6	
3	10	9	8	7	7	6	5	5	7	8	10	11	94	8	
4	17	14	14	12	11	10	8	9	11	14	16	19	155	10	
5	23	20	18	16	14	12	10	12	15	18	22	25	205	12	
6	29	25	22	19	17	14	12	15	19	23	28	32	255	16	
7	35	30	26	22	20	16	14	18	23	28	34	39	305	20	
8	41	35	30	25	23	18	16	21	27	33	40	46	355	20	
Svaka daljnja prostor. jedinica	6	5	4	3	3	2	2	3	4	5	6	7	50	4	

Kao jedna prostorna jedinica vrijedi: svaka stambena prostorija iznad 6 m² površine; kuhinja i kupaonica; kuhinja u stanu bez kupaonice; kupaonica u stanu bez kuhinje; sve gospodarske zgrade jednog domaćinstva. Prostornom jedinicom ne smatraju se: hodnici, balkoni, otvorene verande, zahodi, smočnice, podrumi, tavani i praonice u obiteljskim kućama.

Deset godina kasnije, to jest god. 1939., ukinuta je priključna pristojba za motore, a uvedena je za kućanstvo blok tarifa, kao jedan važan korak u uvođenju suvremenih tarifa i kao jedna od prvih posljedica predviđenog povezivanja termoelektrane Zagreb sa hidroelektranom Karlovac (Ozljem).

Uvedena blok tarifa za kućanstvo predviđa tri bloka sa cijenom od 4.—, 2.— i 0,90 Din/kWh. U principu odgovora prvi blok rasvjetnom potrošku, drugi blok potrošnji malih kućanskih aparata, a treći blok je predviđen za potrebe električnog kuhanja.

Količinske granice prvog i drugog bloka su diferencirane prema veličini stana i mjesecu potrošnje. Kako je ovakav tarifni oblik odigrao u elektrifikaciji kućanstva u gradu Zagrebu veliku ulogu potrebno je prikazati količinske granice te tarife. One su unijete u tabeli 6. Za troškove očitanja i obračuna plaća se pristojba prema veličini i vrsti brojila od 3,50 do 6,00 Din mjesečno po brojilu.

Tarifa električne energije Elektre — Zagreb po godinama u Din/kWh **Tabela 7a**

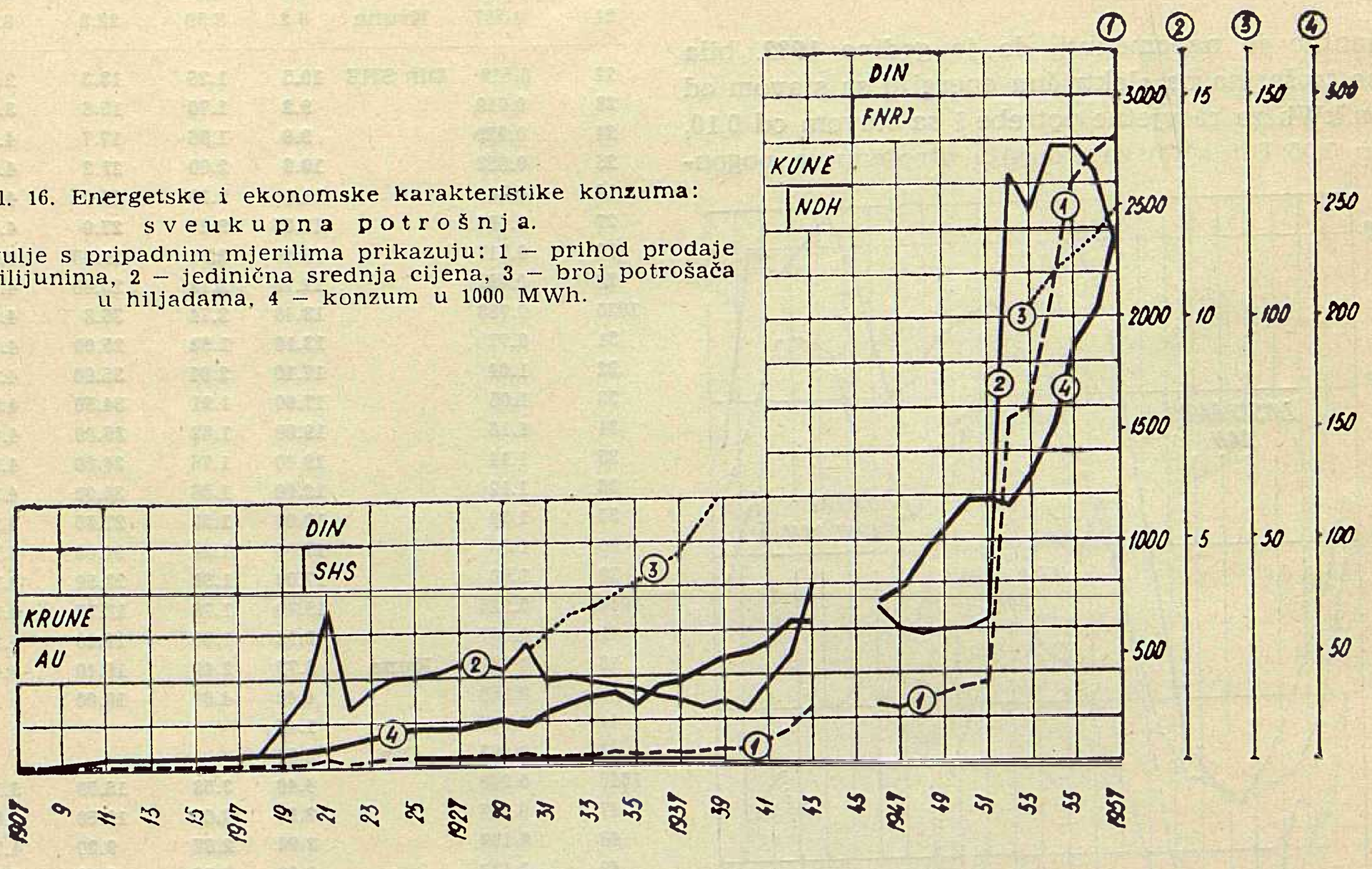
Grupe potrošača	1939	1945	1946	1947	1949	1951	1952	1953	1953	1954
Početak važenja tarife →	I. mj. raz.	VII. mj. raz.	X. mj. raz.	VII. mj. raz.	I. mj. raz.	XI. mj. raz.	I. mj. raz.	V. mj. raz.	VIII. mj. raz.	I. mj. raz.
Kućanstvo:										
rasvjeta	4.09[2]	6.50	5.50	6.50	6.50	15.0	15.0	15.0	10.0	10.0
aparati	2.00	4.15	2.45	2.50	2.50	8.0	8.0	5.0	3.5	3.5
bojleri po noći	0.80		1.85	1.90	1.90	—	—	—	—	—
Početak važenja tarife →					V. mj. raz.	I. mj. raz.			V. mj. raz.	IV. mj. raz.
Rasvjeta prostorija	4.15[2]	7.00			6.50	6.50				
poslovnih			6.20	7.20			30	30	30	35
kulturnih i društvenih[3]			5.70	6.70			20	20	20	25
ugostiteljstva i obrta			6.20	7.20			45	30	30	35
u hoteljerstvu			6.20	7.20			30	20	20	35
Motori i aparati:	2.10[2]	4.25	3.00	2.50	2.50	2.50				
privrede i ureda							22	22	22	23
društv. i kultur. ustanova							13.25	13.25	13.25	21
hoteljerstva							13.25	20	20	23
u poljoprivredi							13.25	13.25	13.25	16
zaporno vrijeme	4.00	7.00	6.70	6.00	6.00	6.00				
Početak važenja tarife →								I. mj. raz.	I. mj. raz.	I. mj. raz.
Javna rasvjeta	—	—	3.60	1.80	1.80	1.80	12	12	12	13[5]
Javni vodovodi	0.25[2]	1.55	1.55	1.50[1]	1.50[1]	1.50[1]	8	8	8	8
Gradski električni tramvaj	1.00[2]	3.10	2.85	1.90[1]	1.95[1]	1.95[1]	12	12	12	12
Proizvodnja cementa										
osnovna uplata Din/kW, mj.	—	—	—	—	200[1]	200[1]	3000	3000	3000	3000
radna cijena Din/kWh	0.40[2]	2.00	1.25	1.15[1]	1.05	1.05	5.0/2.5[4]	5.0/2.5[4]	5.0/2.5[4]	5.0/2.5[4]
jalova energija Din/kVAr	—	—	—	—	0.35	0.35	2.0	2.0	2.0	2.0
Početak važenja tarife →										
Razna industrija i drugi velepotrošači	Zonska tarifa						II. mj. raz.			IV. mj. raz[6].
aktivna energija	0.92[2]	2.0—3.0	2.0—3.0	1.90[1]	1.95[1]	1.95[1]	13.25	13.25	13.25	18;18.75;21
jalova energija Din/kVArh										1.8

Opaske: [1] Tarifa Savez. poduzeća za dobavu republičkoj industriji; [2] Srednje cijene; [3] U god. 1946 Javni uredi imaju za rasvjetu tarifu kulturnih i društvenih ustanova; [4] Tarifa: dan/noć; [5] Javna rasvjeta u god. 1954 ima tarifu od 13 Din/kWh počam sa IV. mjes. razdobljem; [6] Stavovi vrijede na visokom, srednjem i niskom naponu. Trošarina na elektr. energiju od 1939 do 1946 godine nije sadržana u tarifnom stavu.

Tarifa električne energije Elektre — Zagreb po godinama **Tabela 7b**

Grupe potrošača		1955 Dvojna tarifa Din/ /tar. jed., mj.	1955 Dvojna tarifa Din/kWh	1955 Dvojna tarifa Din/kVArh	1955 Obična tarifa Din/kWh	1957 Dvojna tarifa Din/ /tar. jed., mj.	1957 Dvojna tarifa Din/kWh	1957 Dvojna tarifa Din/ kVArh
Početak važenja tarife →		I. mjesečno razdoblje				V. mjesečno razdoblje		
		Prva/daljnja				Prva/daljnja	dan/noć	dan noć
Kućanstvo					10			
	niži stepen	30/15	3.5			75/30	2/1	
	viši stepen	0	10.0			30/0	15	
Početak važenja tarife →		X. mjesečno razdoblje						
Rasvjeta prostorija:					35			
poslovnih	niži stepen	200/100	22			650/150	15/6	
	viši stepen	160/10	30			600/0	25	
društvenih i kulturnih	niži stepen	110/35	20			100/50	15/6	
	viši stepen	110/10	22			50/0	25	
Motori i aparati:					35			
poljoprivredni	niži stepen	150/60	15			60/20	15/6	2
	viši stepen	100/10	18			15/5	25	4
ostali	niži stepen	130/65	20			1200/600	15/6	2
	viši stepen	120/10	22			400/25	25	4
Početak važenja tarife →		IV. mjesečno razdoblje I. mj.razdob.						
Javna rasvjeta					13	—	6.25	—
Javni vodovodi					8	*	8/4	2/1
Gradski električni tramvaj					12	—	7.5/4	2/1
Razna industrija i druga opća velepotrošnja:		Din/kW, mj	dan/noć	dan/noć		Din/kW, mj		
ljeto	visoki napon	600	12/6	4/2		1300	12/5.5	2.1
	niski napon	750	12/6	4/2		1400	12/5.5	2.1
zima	visoki napon	1000	18/12	6/3		1300	12/5.5	2.1
	niski napon	1200	18/12	6/3		1400	12/5.5	2.1

Opaska: Proizvodnja cementa u god. 1957 plaća radnu cijenu Din/kWh 12/5.
* Javni vodovodi plaćaju u god. 1957 osnovnu uplatu kao i industrija.



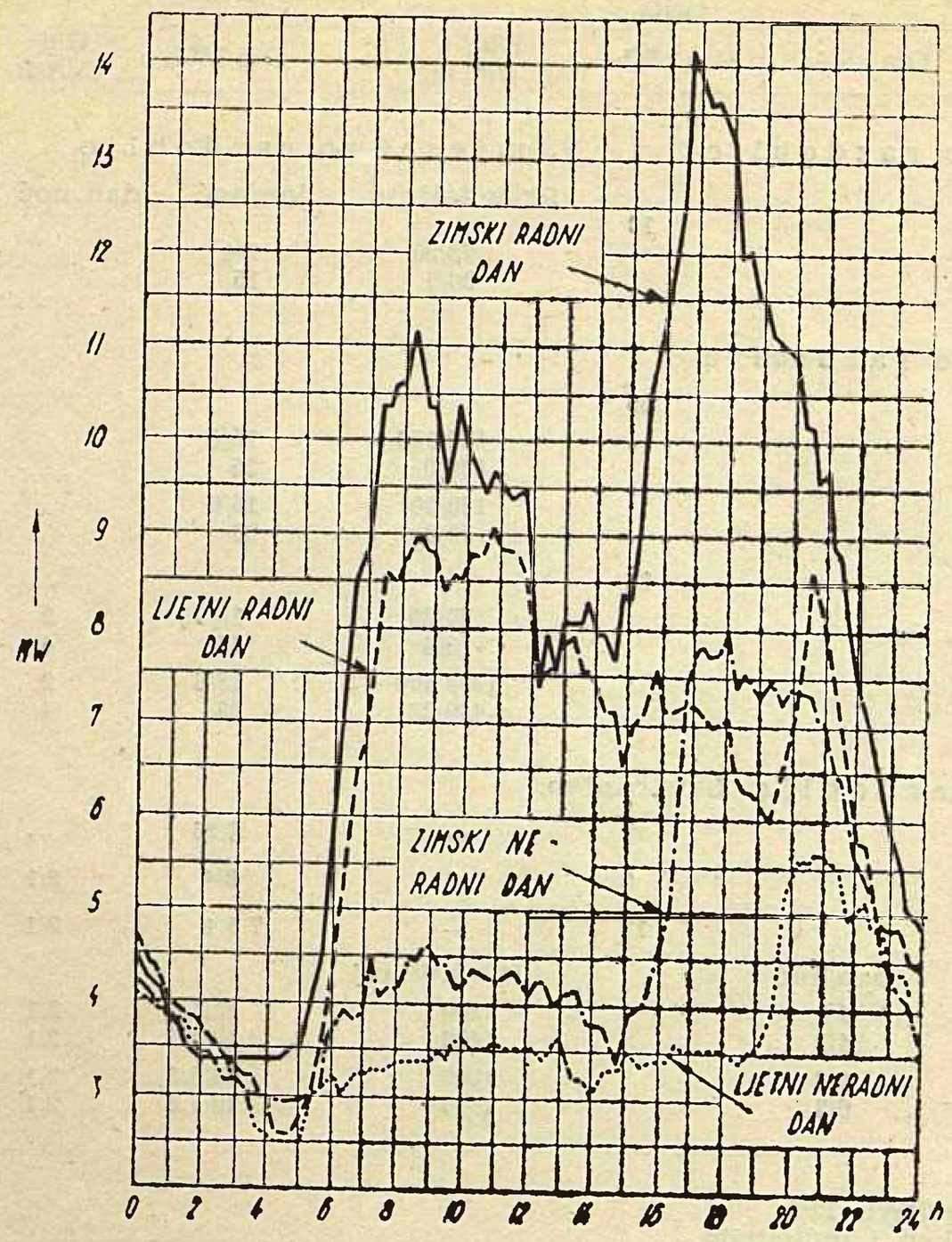
Sl. 16. Energetske i ekonomske karakteristike konzuma: sveukupna potrošnja.
Krivulje s pripadnim mjerilima prikazuju: 1 — prihod prodaje u milijunima, 2 — jedinična srednja cijena, 3 — broj potrošača u hiljadama, 4 — konzum u 1000 MWh.

Ova tarifa zamijenjena je godine 1957 sa dvojnom tarifom, koja je odabrana za jugoslavenski tarifni sistem kao jedinstveni oblik za kućanstva.

Opći pregled o razvitku tarifa Gradske električne centrale ili točnije rečeno *Elektre* kao distributivnog poduzeća za grad Zagreb i njegovu užu i daljnju okolinu dat je u tabeli 7.

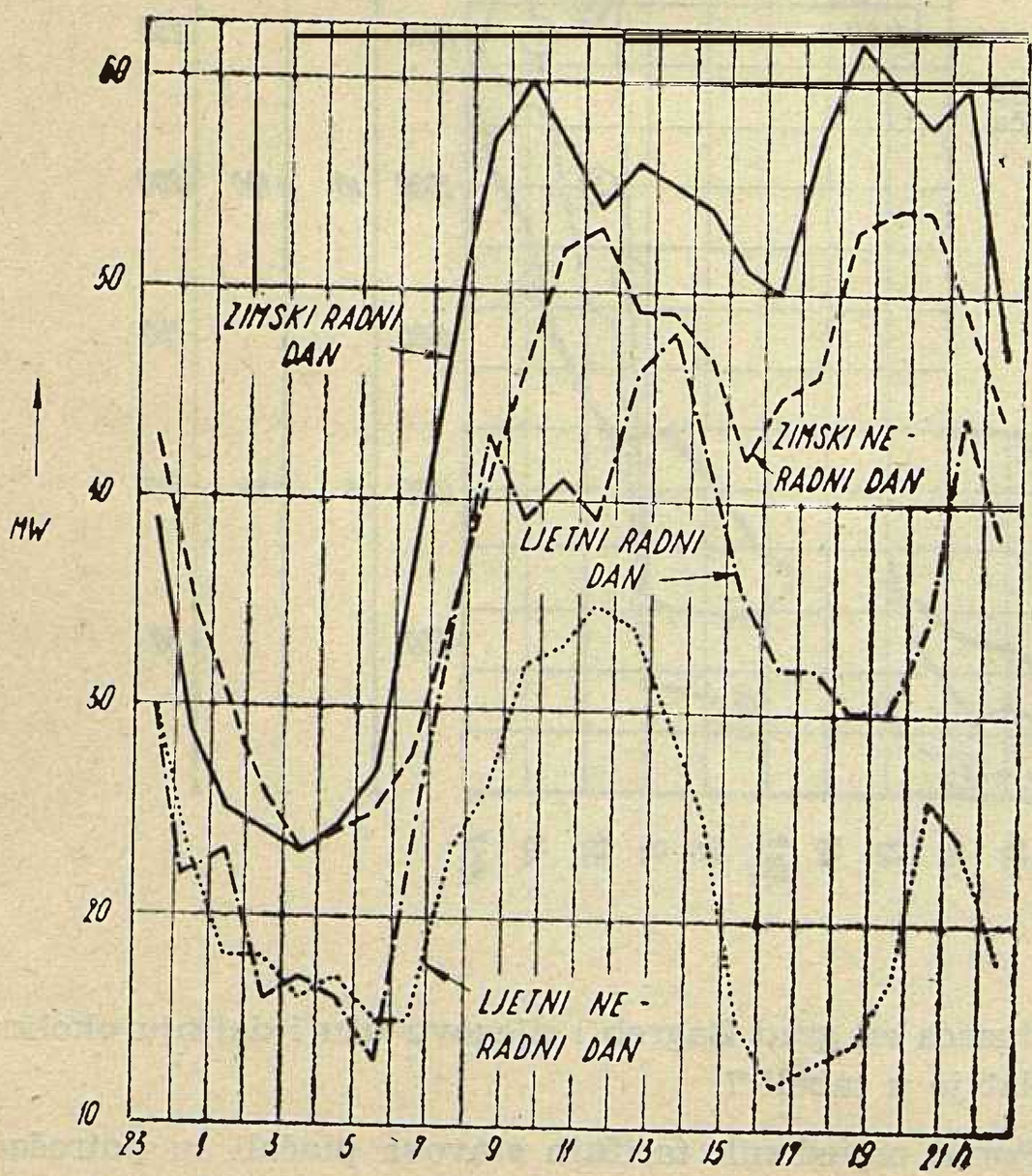
Pored navedenih tarifnih stavova plaćali su potrošači sve do godine 1945. razne priključne pristojbe, odnosne pristojbe za očitanje brojila, no ove nisu bitnije mije-

njale prodajnu cijenu električne energije. One su u prosjeku povećavale za potrošače cijenu električne energije za oko 2—3%.



Sl. 17. Karakteristični dijagrami opterećenja zagrebačke mreže 1939. godine.

Interesantno je napomenuti, da je godine 1932. bila uvedena trošarina na električnu energiju sa stavom od 0,70 Din/kWh za rasvjetne potrebe i sa stavom od 0,10, odnosno 0,05 Din/kWh za energiju utrošenu za pogonske i termičke svrhe. Ova trošarina, koja je bila nepravedna, kasnije još i povećana dodatnom banovinskom trošarinom, ukinuta je godine 1956., kao i ostale priključne pristojbe.



Sl. 18. Karakteristični dijagrami opterećenja zagrebačke mreže 1957. godine.

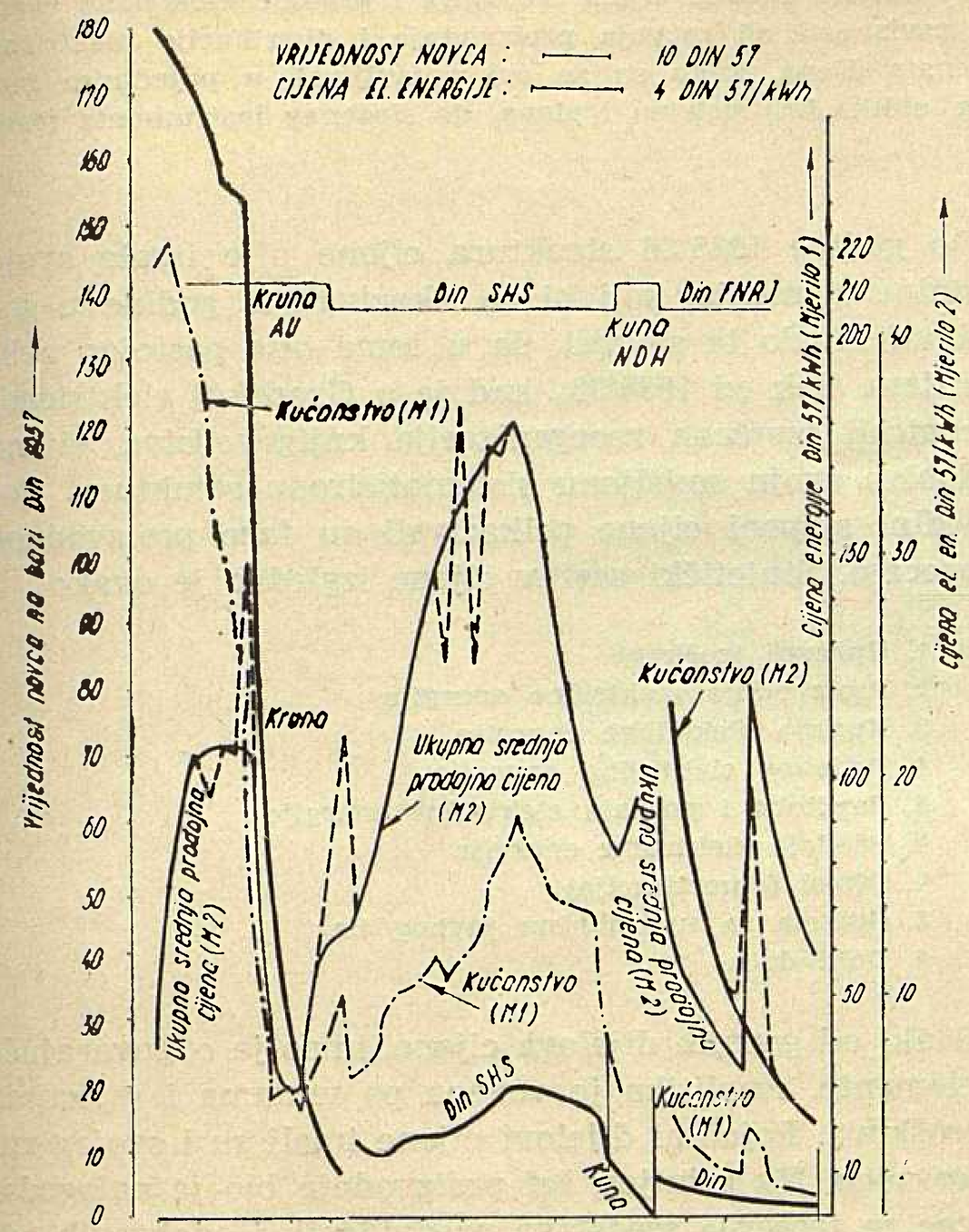
U razdoblju od 50 godina mijenjala se je u više navrata i valuta, kako je to vidljivo iz tabele 3. Da se može dobiti barem približni pregled kako se je tokom prvih 50 godina razvoja elektrifikacije grada Zagreba mijenjala prodajna vrijednost električne energije, pokušano je svesti srednju prodajnu cijenu za kućanstvo i ukupnu srednju prodajnu cijenu na istu valutnu vrijednost.

Valorizacija prodajnih cijena električne energije na bazi 1957. godine

Tabela 8.

Godina	Val. fakt. 1938 = 1	Valuta	Valorizirana baza 1957	Srednja prod. cij. po kWh		Kućanstvo po kWh	
				valutna	cijena Din 57	valutno	cijena Din 57
1907	10.50	Kruna	179	0.043	7.70	1.20	215.0
8	10.75		183	0.080	14.60	1.20	220.0
9	10.18		173	0.110	19.60	1.20	208.0
1910	9.86		168.5	0.125	21.00	1.15	194.0
11	9.24		157.0	0.121	19.00	1.08	170.0
12	9.24		157.0	0.136	21.30	0.98	154.0
13	8.67		147.5	0.143	21.00	0.88	130.0
14	9.05		154.0	0.194	30.00	0.80	122.0
15	4.09		69.5	0.178	12.40	0.72	50.0
16	2.25		38.3	0.170	6.30	0.71	27.2
17	2.00		34.0	0.200	6.80	0.85	28.8
18	1.15		19.6	0.310	6.02	1.18	23.3
19	0.875		14.9	0.810	12.00	2.32	34.6
1920	0.457		7.8	1.610	12.5	5.00	39.00
21	0.367	Kruna	6.2	3.59	22.2	8.00	49.5
22	0.619	Din SHS	10.5	1.26	13.3	2.90	34.0
23	0.619		9.2	1.70	15.6	3.70	34.0
24	0.529		9.0	1.96	17.7	4.50	40.5
25	0.622		10.6	2.00	21.2	4.70	49.8
26	0.700		11.9	2.10	25.0	4.65	51.0
27	0.696		11.85	2.27	27.0	4.60	54.5
28	0.717		12.20	2.28	29.20	4.55	58.2
29	0.691		11.75	2.12	25.00	4.50	53.0
1930	0.788		13.40	2.74	36.8	4.34	58.0
31	0.77		13.10	1.92	25.00	4.62	60.5
32	1.04		17.10	2.04	35.00	4.28	73.5
33	1.05		17.90	1.91	34.50	4.70	84.0
34	1.16		19.80	1.82	36.00	4.60	91.1
35	1.14		19.40	1.76	34.00	4.50	87.0
36	1.12		19.00	1.56	30.00	4.30	82.0
37	1.10		18.00	1.53	27.50	4.20	75.0
38	1.00		17.00	1.25	21.00	4.15	71.0
39	1.00		17.00	1.39	23.50	4.10	70.0
1940	0.925		15.70	1.19	18.70	4.15	65.0
41	0.537		9.15	1.86	17.20	4.20	39.0
42	0.397	Kuna	6.75	2.42	16.40	4.40	28.0
43	0.260		4.40	4.04	18.00		
44	0.086		1.46				
45	0.295	Din	5.00				
1946	0.260		4.40	3.53	15.50	5.12	22.5
47	0.205		3.50	3,03	10.50	4.63	16.2
48	0.189		3.20	2.87	9.20	4.76	15.25
49	0.172		2.92	2.96	8.40	4.35	12.70
1950	0.142		2.43	2.97	8.65	4.26	10.35
51	0.116		1.97	3.18	6.25	5.04	9.95
52	0.108		1.83	13.24	24.10	10.66	19.50
53	0.079		1.34	12.47	16.80	7.55	10.10
54	0.073		1.24	13.87	17.20	4.97	6.15
55	0.069		1.17	13.93	15.20	4.62	5.40
56	0.066		1.12	13.30	14.80	4.67	5.00
57	0.059		1.00	11.50	11.50	4.01	4.01

Odabirajući kao bazu usporedbe kupovnu moć dinara iz godine 1957, procijenjene na osnovi troškova života, prikazana je na sl. 19 promjena cjelokupne srednje



Sl. 19. Valorizirana srednja prodajna cijena električne energije. Mjerilo *1* vrijedi za potrošnju u kućanstvu, a mjerilo *2* za sveukupnu potrošnju.

prodajne vrijednosti električne energije u gradu Zagrebu kao i srednje prodajne vrijednosti električne energije za potrebe kućanstva.

Osnovni podaci za ovaj dijagram sadržani su u tabeli 8.

Zaključak

Prednji opisni, tabelarni i grafički prikaz o potrošnji električne energije i njenih prodajnih cijena u gradu Zagrebu dat je u želji, da se što zornije opiše razvoj elektroprivrede ovoga našega grada, koja je izrasla iz male termoelektrane u Zagorskoj ulici sa malom razvodnom mrežom u nekoliko gradskih ulica i razvila se u jedno veliko konzumno područje, u jednu povezanu proizvodno-opskrbnu elektroprivrednu cjelinu.

Dužnost je ovdje naročito istaknuti, da je osnovu o potrošku električne energije i o prihodu po grupama potrošača (tabela 3 i slika 3) razradio ing. Petar Kuzele od *ELEKTRE* Zagreb, a grafičke prikaze potrošnje prema slikama 4 i 5, te 6 do 16, Ing. Ivan Lučev iz Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, i da je tom njihovom suradnjom omogućen ovaj prikaz o pedesetgodišnjem razvoju potrošnje i cijene električne energije grada Zagreba.

Današnju elektroprivredu velikog Zagreba napajaju povrh više termičkih i hidrauličkih elektrana i dalekovodi iz Slovenije i Bosne. Potrošačima se stavlja na raspolaganje električna energija pomoću složenog distribucionog sistema tehnički dobro opremljenog i sigurnog u radu. Prodaja električne energije osniva se na modernom prodajnom tarifnom sistemu, koji bazira na principu da potrošač treba plačati električnu energiju srazmjerno sa ekonomičnošću, kojom on koristi za svoje potrebe vezanu električnu snagu. U tom svojem dosadašnjem razvoju elektroprivreda grada Zagreba kroz svoju *Gradsku električnu centralu,* kroz svoja elektroprivredna poduzeća *Elektrane-Zagreb i Elektra-Zagreb* riješila je mnoge teške tehničke, pogonske i ekonomske probleme s dobrim uspjehom iako su više puta teške okolnosti ometale razvoj elektrifikacije.

Budućnost će, nesumljivo, stavljati na elektroprivredu grada Zagreba daljnje velike i teške zadatke. Njena prošlost dovoljna je garancija, da će ona, u uskoj suradnji sa Zajednicom elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, i svoje buduće zadatke uspješno izvršiti na korist ekonomskog, kulturnog socijalnog razvoja grada Zagreba.

Literatura

Zapisnici skupština zastupstva grada Zagreba od 1907. dalje

Zapisnici odbora za upravu Gradske Munjare i Vodovoda od godine 1910. dalje.

Statistički godišnjak grada Zagreba 1956.

Materijal za izvještaj Savjeta za privredu NO Zagreba za godinu 1954.

Studija Instituta za elektroprivredu u Zagrebu: *Rezultati ankete o nedovoljnoj opskrbi električnom energijom,* Ing. L. Wipplinger, Zagreb.

RAZVOJ STRUKTURE VLASTITE CIJENE KOŠTANJA I PRODAJE

Daniel Feöcze, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb 658.8.03:621.31

Struktura cijene danas je propisana uredbom. Struktura vlastite cijene koštanja i prodaje električne energije u Zagrebu mijenjala se tokom 50 godina u zavisnosti od razvoja proizvodnje i distribucije električne energije. Autor provodi analizu pojedinih elemenata cijene, kako su se oni pojavljivali u pojedinim razdobljima, počevši od najjednostavnijeg početnog oblika bez sistema i plana, do složenog instrumenta planske privrede.

Struktura vlastite cijene koštanja i prodaje za električnu energiju elektroprivrede grada Zagreba, mijenjala se je tokom proteklih 50 godina u zavisnosti od razvoja proizvodnje i distribucije električne energije. S porastom proizvodnje i opskrbe potrošača električnom energijom, povećavali su se i pojedini elementi troškova a s time u vezi i briga oko opravdanosti njihovog nastajanja i njihove visine. S razvojem elektroprivrede, razvijala se i analitika strukture cijene.

Kao osnovni elementi strukture cijene dominiraju tokom radoblja od 1907—1957:

1. Energetsko gorivo
2. Plaće s pripadnim doprinosima
3. Otpisi (amortizacija)
4. Režijski troškovi pogona, uprave i prodaje
5. Doprinos proračunu gradske općine (do 1945)
6. Dobitak

Fiskalni propisi do 1945. toleriraju neoporeziva otpisivanja pojedinih postrojenja t. j. zgrada, strojeva, mreže i inventara znatno iznad tehničkog postotka njihovog istrošenja. Time se omogućavala politika latentnog dobitka u bilancama pojedinih godina. Razlike između stvarnog istrošenja postrojenja i izvršenih otpisivanja vrijednosti u bilancama pojedinih godina, predstavljale su latentne rezerve poduzeća, koje su se koristile prema nastalim potrebama.

U strukturi režijskih troškova pogona do 1935., česti su elementi troškova maziva brtvila, kreča i uzdržavanja postrojenja. Među upravnim troškovima stalni su kancelarijski materijal, poštanski troškovi i stanarine, a među prodajnim troškovima uzdržavanje brojila i baždarske pristojbe. Evidentni su i troškovi javne rasvjete s troškovima izmjene žarulja, koji ujedno ističu komunalni karakter ovog poduzeća. Od troškova kapitala stalni su kamati i osiguranje.

Veličina doprinosa proračunu gradske općine zavisila je od potreba tog proračuna i od stanja uspješne bilance Gradske električne centrale. Taj doprinos je kasnije pretvoren u *odštetu za uporabninu javnog tla.* Njen se je iznos odmjeravao prema veličini korišćenog javnog tla za elektroprivredna postrojenja (elektranu, transformatorske stanice, zračne i kabelske vodove). U odnosu na tada važeće fiskalne propise, ovaj elemenat cijene dobiva time karakter troška.

Dobitak, kao elemenat cijene do godine 1947. je uglavnom samo »frizirani« saldo između prihoda i troškova. U svojoj visini on je neznatan, jer je u tom razdoblju predstavljao osnovicu za oporezivanje. Njegov znatni stvarni dio, bio je latentan u otpisima pojedinih godina a često i u troškovima za proširenje postojećeg kapaciteta.

Do godine 1935/36 struktura cijene nije imala svoje stalne elemente, koji bi se iskazivali iz godine u godinu. Moglo bi se reći, da u tome nije postojao neki sistem. Tek od 1935/36., kad je u Gradskoj električnoj centrali izvršena reorganizacija knjigovodstva, cijena dobiva svoju smišljenu sistematiziranu strukturu. Pojedini stepeni cijene prikazivali su faze proizvodnog procesa. Sintetički sastav cijene izgledao je ovako:

1. Upravni troškovi
2. Proizvodnja električne energije
3. Kupnja električne energije
4. Prijenos električne energije
5. Razdioba i predaja električne energije
6. Prodaja električne energije
7. Otpisi (amortizacija)
8. Odšteta za uporabninu javnog tla
9. Dobitak

Svaki od gornjih dijelova cijene, imao je odgovarajuće elemente. Analitika je vođena po vrstama i mjestima troškova. Pojedini dijelovi cijene imali su i svojeg rukovaoca. Na primjer, šef proizvodnje bio je nalogodavac za trošenje sredstava predviđenih i odobrenih odgovarajućim elementima iz drugog stepena cijene t. j. *proizvodnje električne energije.* Na toj osnovi organizirana je i knjigovodstvena evidencija i mjesečne analize troškova. U analizi upravnih troškova bili su sadržani i troškovi kapitala. No dobitak i dalje predstavlja samo rezultat umjeća bilanciranja.

Novi sistem strukture cijene dobiva Gradska električna centrala svojim uključenjem u plansku privredu. Struktura te cijene izgledala je ovako:

1. Energetsko gorivo
2. Plaće prerade s pripadnim doprinosima

I. Troškovi proizvodnje = 1 + 2

3. Amortizacija

II. Cijena koštanja u elektrani (odnosno pogonu mreže) = I + 3

4. Pogonska režija
5. Upravna režija
6. Prodajna režija
7. Doprinosi

III. Puna cijena koštanja = II + 4 + 5 + 6 + 7

8. Dobitak

IV. Cijena proizvodnje = III + 8

9. Porez na promet proizvoda

V. Prodajna cijena proizvođača = IV + 9

To je bila struktura cijene za količinu električne energije na pragu elektrane, odnosno na mjestima predaje za pogon mreže. 1950. propisana je struktura cijene

za t. zv. bruto-proizvodnju električne energije na generatoru pa se gornji sastav cijene proširuje u svojem prvom stupnju i za elemenat *vlastiti potrošak elektrane,* odnosno kod strukture cijene pogona mreže za elemenat: *gubici električne energije u mreži.*

Od 1947.—1950. troškovi pogonske režije, nalazili su se u sastavu prvog stepena cijene t. j. u *troškovima proizvodnje* kao elemenat *opći troškovi proizvodnje.* 1950. oni su dobili svoje mjesto između drugog i trećeg stepena cijene kao *pogonska režija.* Elektroprivreda je prema propisanoj nomenklaturi djelatnosti, uvrštena među grane industrije i rudarstva. Uslijed toga, ona je dobila opću šemu strukture cijene za industriju. U težnji, da se u industriji i rudarstvu pojednostavni planiranje kalkulativne cijene, nastojalo se svrstati sve troškove unutar okvira cijene prema njihovom karakteru s obzirom na obujam proizvodnje. Tako se htjelo, da prvi stepen cijene odnosno »troškovi proizvodnje« sadrži samo proporcionalno promjenljive troškove obujmu proizvodnje, dakle samo materijal i plaće izrade. Radi toga su *opći troškovi proizvodnje* premješteni pod nazivom *pogonska režija* među elemente iza drugog stepena cijene. Ovako pročišćeni *troškovi proizvodnje* poslužili su u industriji i u rudarstvu kao osnovica za odmjerivanje nekih elemenata cijene. U to vrijeme ti elementi su bili amortizacija, razni doprinosi pa i planski dobitak odnosno gubitak. Naravno, time se za elektroprivredu nije postigla željena svrha, jer troškovi energetskog goriva nisu u cijelosti proporcionalni obujmu proizvodnje dok plaće prerade s pripadnim doprinosima predstavljaju uglavnom fiksne troškove. Radi toga su normirani elementi cijene u elektroprivredi zadavani na proizvodnju u naturalnom obliku t. j. na MWh.

Sadržaj pojedinog elementa cijene:

1) Energetsko gorivo obuhvaća troškove za ugljen, pakuru i drvo potrebno za potpaljivanje, sve prema fakturnoj vrijednosti, zatim troškove transporta energetskog goriva do industrijskog kolosjeka sa troškovima istovara i troškove za pojnu vodu s potrebnim kemikalijama za njeno umekšavanje.

2) Plaće prerade obuhvaćaju osnovne i dodatne plaće po učinu i vremenu s pripadnim doprinosima za ono pogonsko osoblje, koje direktno sudjeluje u proizvodnji, odnosno koje kao stalna posada radi na t. zv. glavnim mjestima proizvodnje i mreže.

3) Amortizacija je obuhvaćala dio za zamjenu postrojenja i dio za predvidive troškove kapitalnih remonta. Oba su elementa proračunavana na temelju prosječnog vijeka trajanja postrojenja. Međutim za potrebe kalkulacije cijene amortizacija se u to vrijeme proračunavala na temelju normativa zadanih za 1 MWh električne energije. Time je visina amortizacije bila zavisna od količine ostvarene proizvodnje odnosno predaje. Budući da je amortizacija kao trošak, odnosno kao obavezni izdatak postala time proporcionalna obujmu proizvodnje odnosno predaje, to je kroz to vrijeme elektroprivreda na području grada Zagreba imala u sastavu svoje cijene mali udio fiksnih troškova a time u vezi i manji riziko kod neizvršavanja količinskog plana proizvodnje.

4) Pogonska režija obuhvaćala je troškove tekućeg uzdržavanja postrojenja, zatim troškove oko stvaranja potrebnih radnih uvjeta u pogonu, kao i troškove pogonske uprave.

5) Pod upravnom režijom obuhvaćeni su troškovi organizacije i upravljanja poduzećem, kao i oni koji su zajednički cijelom poduzeću, među kojima su kamati na bankovne kredite i osiguranje protiv rizika.

6) Prodajna režija je obuhvaćala sve troškove organizacije prodaje od prijave konzumenata do inkasa računa za električnu energiju.

7) Doprinosi su bili razni i mijenjali su se više puta u razdoblju planske privrede. To su bili: doprinos administrativno-operativnom rukovodstvu pa doprinos višem privrednom udruženju, doprinosi za uzdizanje kadrova i sl.

8) Dobitak kao sastavni dio kalkulativne vlastite cijene prodaje, bio je prvi puta oblikovan 1947. i to u visini kamata na uložena sredstva. Opća kamatna stopa za industriju i rudarstvo, iznosila je 7%.

Prosječni prihod po kilovatsatu, dobiven na temelju naslijeđene tarife za električnu energiju, bio je niži od kalkulativne vlastite cijene prodaje u koju je t. zv. prosječni planski dobitak uvršten prema općoj kamatnoj stopi od 7% za uložena osnovna i obrtna sredstva. Da ne bi došlo do povišenja cijena za električnu energiju, elektroprivreda je morala sniziti opći kamatnjak, propisan za industriju i rudarstvo toliko, koliko je bilo potrebno da se kalkulativna vlsatita cijena prodaje svede na nivo srednje cijene realizacije po staroj tarifi. Tako je kamatnjak za uložena sredstva u elektroprivredu utvrđen s 2%, a dobitak se prema tome izračunavao po slijedećoj formuli:

$$D = (I + O) \cdot p/100,$$

pri čemu je: D dobitak, I vrijednost osnovnih sredstava, O iznos uloženih obrtnih sredstava, p kamatnjak. Za potrebe prakse dobiven iznos dobitka izražavan je u postotku na iznos *pune cijene koštanja.*

Za svrhu kalkulacije cijene, sve su elektrane bile podijeljena u dvije kategorije i to u hidro i termoelektrane, a svaka kategorija elektrana bila je podijeljena još i na grupe prema instaliranim snagama. Tako su hidroelektrane bile podijeljene u 4 grupe a termoelektrane u 7 grupa.

Veličina dobitka izračunavala se kumulativno za sve elektrane u jednoj kategorijskoj grupi. Radi lakše manipulacije, dobitak je izražavan u postotku na godišnji iznos *pune cijene koštanja* odnosne kategorijske grupe elektrana. Elektrana Zagreb spadala je u V. grupu elektrana s instaliranom snagom iznad 5000 kW.

Svaka elektrana je za svoj proizvodni zadatak sastavljala t. zv. individualnu kalkulaciju prema propisanoj shemi strukture cijene do stepena *pune cijene koštanja.* Kod administrativno-operativnih rukovodstva (bivših glavnih odnosno generalnih direkcija za elektroprivredu) vršene su na temelju individualno kalkuliranih *punih cijena koštanja* područnih elektrana, prosječne kalkulacije po kategorijskim grupama. Na izračunati iznos prosječne *pune cjene koštanja* obračunat je prosječni planski dobitak za kategorijsku grupu prema izračunatoj stopi. Nakon toga izračunavali su se individualni planski dobici odnosno gubici. Planski

individualni dobitak je mogao biti veći ili manji od prosječnog planskog dobitka kategorijske grupe, što je zavisilo od veličine individualne pune cijene koštanja. Elektrane koje su imale individualnu punu cijenu koštanja nižu od prosječne pune cijene koštanja, ostvarivale su t. zv. »ekstra dobitak«. Međutim one elektrane, čija je individualna puna cijena koštanja bila viša od prosječne pune cijene koštanja, ostvarivale su t. zv. »umanjeni dobitak« odnosno »planski gubitak«, ako bi ta razlika bila veća od prosječnog planskog dobitka.

Veličina troškova pune cijene koštanja zavisila je uglavnom od organskog sastava elektrane. Elektrane sa starim postrojenjima, imale su relativno više individualne troškove u svojoj grupi. Tako je i elektrana Zagreb bila jedna od elektrana s visokim individualnim troškovima, pa je radi toga u to vrijeme radila s planskim gubitkom, koji se pokrivao iz državnog buđeta.

U kasnijim godinama dobitak se izračunavao jednostavnim saldiranjem zadane *cijene proizvodnje* i kalkulirane *pune cijene koštanja.* U okviru *cijene proizvodnje* polazna veličina dobitka predstavljala je u stvari kamate na uložena osnovna i obrtna sredstva. No taj se je dobitak iz godine u godinu povećavao za dio sniženja troškova pune cijene koštanja. 1950. uveden je u tu svrhu iza stepena *cijene proizvodnje* jedan novi elemenat cijene pod nazivom *sniženje.* Tim je elementom obuhvaćena razlika između *pune cijene koštanja* 1950. i 1949. godine. On kasnije nestaje, jer se utapa u dobitak.

9) Porez na promet proizvoda je zadnji elemenat u strukturi vlastite kalkulativne cijene prodaje tog razdoblja. On se kalkulirao na temelju tarife poreza na promet. Eelektrokemijska i elektrometalurgijska industrija, kao potrošaći električne energije, uživale su izuzetno povlašćeni tarifni stav od Din/kWh 0,01, dok se za svu ostalu električnu energiju zajedno s vlastitim potroškom električne energije i gubicima u mreži plaćao porez na promet po tarifi od Din/kWh 0,25.

Godine 1953. stupa na snagu novi sistem obračuna i raspodjele dohotka. Za tu se svrhu prerađuje struktura cijene i propisuje šema s takvim rasporedom, koji će omogućiti grupiranje troškova reprodukcije odvojeno od elemenata dohodka. U novoj strukturi cijene nestaju elementi dobitka i poreza na promet. Njih zamjenjuju *akumulacija i fondovi.* Nova struktura cijene izgledala je ovako:

1. Energetsko gorivo
2. Plaće prerade
3. Amortizacija
4. Pogonska režija
   a) materijal
   b) plaće
   c) ostalo
5. Upravna režija
   a) materijal
   b) plaće
   c) ostalo
   d) doprinos udruženju
6. Prodajna režija
   a) materijal
   b) plaće
   c) ostalo

I = Cijena koštanja (CK)

7. Akumulacija i fondovi

II = Predviđena prodajna cijena (PPC)

Ovdje nisu više interesantni razni stepeni cijene kao kod sistema administrativnog upravljanja privredom. Tu se traže samo I = Cijena koštanja (ukupno) i II = = Predviđena prodajna cijena. Prva bi odgovarala bivšem V. stepenu cijene. Nova struktura cijene iskazuje plaće u svim elementima. Elemenat *akumulacija i fondovi* propisivan je u postotku na iznos ukupnih plaća, stopom akumulacije i fondova. Nivo cijene je uglavnom ostao isti. Izvršena je samo preraspodjela bivšeg dobitka i poreza na promet. Nova struktura cijene omogućuje svrstavanje pojedinih elemenata u:

1) Troškovne reprodukcije *(R),* koji sadrže amortizaciju, troškove materijala i ostale troškove, uglavnom usluge,
2) Dohodak, koji se sastoji iz plaća i akumulacije i fondova *(D).*

Iz ostvarenog povećanog dohotka jedan dio otpada na poduzeće, a drugi na društvenu zajednicu kao akumulacija.

Godine 1954. napušta se ovakav sistem obračuna i raspodjele dohotka pa uslijed toga nestaju i *akumulacija i fondovi* kao njegova kategorija. Novi sistem uvodi nove elemente s kojima društvena zajednica zahvaća višak rada iz bruto produkta privrednih organizacija. To su kamati na osnovna sredstva, zemljarina, anuiteti za investicione zajmove i savezni porez na dobitak. Ova promjena zahtijeva i promjenu strukture cijene, koja se za elektroprivredu propisuje kako slijedi:

1. Energetsko gorivo
2. Plaće prerade sa socijalnim doprinosom
3. Amortizacija
   a) zamjena postrojenja
   b) investiciono uzdržavanje
4. Pogonska režija
   a) materijal
   b) plaće sa socijalnim doprinosom
   c) ostali troškovi
5. Upravna režija
   a) materijal
   b) plaće sa socijalnim doprinosom
   c) premije osiguranja
   d) poštanski troškovi
   e) putni troškovi
   f) kamati na obrtna sredstva
   g) ostali troškovi
6. Prodajna režija
   a) materijal
   b) plaće sa socijalnim doprinosom
   c) ostali troškovi
7. Kamati na osnovna sredstva
8. Zemljarina
9. Doprinosi

I = Cijena koštanja

10. Dobitak

II = Prodajna cijena

Pored znatnih promjena u sastavu cijene u vezi novih ekonomskih instrumenata, eklatantna je i šira analitika upravne režije.

Kamati na obrtna sredstva nisu imali jedinstvenu stopu. Nivo im se kretao nešto iznad 6%.

Kamati na osnovna sredstva propisani su za industriju sa 6%. Međutim elektroprivreda je dobila izuzetni kamatnjak od 2%. Kasnije je za 1957. taj kamatnjak sni-

žen čak na 1% radi naglog opadanja srednje cijene realizacije i radi porasta nekih drugih troškova iz sastava cijene. Opadanje srednje cijene realizacije nastalo je radi naglog porasta potrošnje kod kućanstva i specijalnih velepotrošača (elektrokemije i elektrometalurgije), čije cijene za električnu energiju su daleko ispod vlastite cijene koštanja elektroprivrede.

Zemljarinu razrezuju narodni odbori prema veličini korišćenog zemljišta.

Pored doprinosa za uzdizanje kadrova, uvodi se novi doprinos za unapređenje industrijske proizvodnje. Kao osnovnica za odmjeravanje tih doprinosa uzete su plaće. Osim ovih, bilo je i drugih neobaveznih doprinosa.

Dobitak je u pravilu razlika između vrijednosti realizirane proizvodnje i ostvarenih troškova cijene koštanja. To važi za one djelatnosti koje svoju prodajnu cijenu formiraju na tržištu. Međutim cijene za električnu energiju propisuju državni organi nadležni za cijene. Radi toga, dobitak u elektroprivredi je kalkulativna stavka u okviru realizacije proizvodnje po zadanim cijenama. Dobitkom su obuhvaćeni anuiteti za investicione zajmove plativi u tekućoj godini, zatim jedna masa namijenjena za zakonske obaveze, rezervni fond poduzeća, fond za samostalno raspolaganje, varijabilni dio plaća i dio dobitka za komunu. Veličina ove mase se zadavala u postotku na iznos planiranih plaća. Za nabrojane dijelove dobitka, ukalkulirao se i odgovarajući savezni porez na dobitak. Taj je za 1955. i 1956. iznosio 50% od ukupnog dobitka. U 1957. elektroprivreda je bila oslobođena od plaćanja saveznog poreza na dobitak iz istih razloga iz kojih joj je smanjena kamatna stopa osnovnih sredstava na 1%.

1956. u sastav cijene ulazi novi teret u vidu doprinosa za stambeni fond. On se kalkulirao sa 10% na iznos plaća.

Tako se struktura cijene za električnu energiju elektroprivrede grada Zagreba postepeno razvijala tokom vremenskog razdoblja od 50 godina od svojeg najjednostavnijeg početnog oblika bez sistema i plana do složenog instrumenta planske privrede.

INVESTICIJE U ELEKTROPRIVREDI GRADA ZAGREBA OD 1907. DO 1957.

Jakov Bezerić, Elektra Zagreb

621.316.1:621.311.1

Koristeći podatke iz zaključaka skupštine Gradskog poglavarstva, bilanca i završnih računa autor daje pregled investicionih ulaganja tokom 50 godina u elektroprivredu grada Zagreba. Izvršena ulaganja prikazana su u valutama, koje su u odnosno vrijeme važile ne svodeći ih na današnju vrijednost, jer bi to bio ne samo težak posao, nego bi i točnost dobivene vrijednosti bila problematična.

Povodom 50. godišnjice elektroprivrede grada Zagreba od interesa je osvrnuti se na investiciona ulaganja kroz proteklo razdoblje od 1907. do 1957.

U financijskom pogledu proteklo vrijeme od 50 godina nije neprekidno, već ga se može podijeliti u tri etape. Prva etapa obuhvaća vrijeme od početka gradnje zagrebačke termoelektrane do konca prvog svjetskog rata godine 1918. Druga etapa od svršetka prvog svjetskog rata do 1945., a treća od Oslobođenja do danas. Svaka etapa ima svojstvene pojedinosti kako u pogledu društveno-političkog uređenja, tako i u pogledu valute i vrijednosti.

Pregled investicionih ulaganja kroz proteklo vrijeme sveden na današnje vrijednost bio bi otežan. Stoga se izvršena ulaganja iznose po godinama u tada važećoj valuti.

Zaključkom skupštine gradskog poglavarstva grada Zagreba od 29. 8. 1906. određena je građevna glavnica za gradnju munjare od K. 1,300.000.

Za izgradnju električne centrale do stavljanja u pogon utrošeno je K. 730.899.— odnosno 830 Kruna po instaliranom kilovatu u elektrani, što predstavlja početno ulaganje u izgradnji elektroprivrede grada Zagreba. Investiciona ulaganja tokom prve etape rada i razvoja elektroprivrede grada Zagreba vide se iz tabele 1.

Investiciona ulaganja u elektroprivredu Zagreba od 1907 do 1918.

Tabela 1

Red. br.	Opis	Godina	Iznos u K.
1.	Vrijednost pri stavljanju u pogon	1907	730.899
2.	Uloženo za daljnje potrebe	1908	483.024
3.	,, ,, ,, ,,	1909	7.762
4.	,, ,, ,, ,,	1910	216.638
5.	,, ,, ,, ,,	1911	142.583
6.	,, ,, ,, ,,	1912	92.376
7.	,, ,, ,, ,,	1913	111.718
8.	,, ,, ,, ,,	1914	80.000
9.	,, ,, ,, ,,	1915	40.000
10.	,, ,, ,, ,,	1916	178.244
11.	,, ,, ,, ,,	1917	—
12.	,, ,, ,, ,,	1918	—
13.	Ukupna ulaganja od 1907. do 1918.		2,083.244

Analiza investicionog ulaganja tokom prve etape pokazuje, da je ono nešto veće od građevne glavnice. Ako se ima u vidu tadašnji način vođenja poslovnih knjiga, kao i da su pojedini investicioni radovi izvođeni na teret troškova proizvodnje, pretpostavlja se da su ulaganja bila veća.

Druga etapa rada i razvoja elektroprivrede grada Zagreba počima svršetkom prvog svjetskog rata 1918., kada Zagreb postaje političko i kulturno središte Hrvatske, što je uvjetovalo i njegov privredni razvitak. Ubrzani porast stanovništva i privredni razvoj

individualni dobitak je mogao biti veći ili manji od prosječnog planskog dobitka kategorijske grupe, što je zavisilo od veličine individualne pune cijene koštanja. Elektrane koje su imale individualnu punu cijenu koštanja nižu od prosječne pune cijene koštanja, ostvarivale su t. zv. »ekstra dobitak«. Međutim one elektrane, čija je individualna puna cijena koštanja bila viša od prosječne pune cijene koštanja, ostvarivale su t. zv. »umanjeni dobitak« odnosno »planski gubitak«, ako bi ta razlika bila veća od prosječnog planskog dobitka.

Veličina troškova pune cijene koštanja zavisila je uglavnom od organskog sastava elektrane. Elektrane sa starim postrojenjima, imale su relativno više individualne troškove u svojoj grupi. Tako je i elektrana Zagreb bila jedna od elektrana s visokim individualnim troškovima, pa je radi toga u to vrijeme radila s planskim gubitkom, koji se pokrivao iz državnog buđeta. U kasnijim godinama dobitak se izračunavao jednostavnim saldiranjem zadane *cijene proizvodnje* i kalkulirane *pune cijene koštanja.* U okviru *cijene proizvodnje* polazna veličina dobitka predstavljala je u stvari kamate na uložena osnovna i obrtna sredstva. No taj se je dobitak iz godine u godinu povećavao za dio sniženja troškova pune cijene koštanja. 1950. uveden je u tu svrhu iza stepena *cijene proizvodnje* jedan novi elemenat cijene pod nazivom *sniženje.* Tim je elementom obuhvaćena razlika između *pune cijene koštanja* 1950. i 1949. godine. On kasnije nestaje, jer se utapa u dobitak.

9) Porez na promet proizvoda je zadnji elemenat u strukturi vlastite kalkulativne cijene prodaje tog razdoblja. On se kalkulirao na temelju tarife poreza na promet. Eelektrokemijska i elektrometalurgijska industrija, kao potrošaći električne energije, uživale su izuzetno povlašćeni tarifni stav od Din/kWh 0,01, dok se za svu ostalu električnu energiju zajedno s vlastitim potroškom električne energije i gubicima u mreži plaćao porez na promet po tarifi od Din/kWh 0,25.

Godine 1953. stupa na snagu novi sistem obračuna i raspodjele dohotka. Za tu se svrhu prerađuje struktura cijene i propisuje šema s takvim rasporedom, koji će omogućiti grupiranje troškova reprodukcije odvojeno od elemenata dohodka. U novoj strukturi cijene nestaju elementi dobitka i poreza na promet. Njih zamjenjuju *akumulacija i fondovi.* Nova struktura cijene izgledala je ovako:

1. Energetsko gorivo
2. Plaće prerade
3. Amortizacija
4. Pogonska režija
   a) materijal
   b) plaće
   c) ostalo
5. Upravna režija
   a) materijal
   b) plaće
   c) ostalo
   d) doprinos udruženju
6. Prodajna režija
   a) materijal
   b) plaće
   c) ostalo

I = Cijena koštanja (CK)

7. Akumulacija i fondovi

II = Predviđena prodajna cijena (PPC)

Ovdje nisu više interesantni razni stepeni cijene kao kod sistema administrativnog upravljanja privredom. Tu se traže samo I = Cijena koštanja (ukupno) i II = = Predviđena prodajna cijena. Prva bi odgovarala bivšem V. stepenu cijene. Nova struktura cijene iskazuje plaće u svim elementima. Elemenat *akumulacija i fondovi* propisivan je u postotku na iznos ukupnih plaća, stopom akumulacije i fondova. Nivo cijene je uglavnom ostao isti. Izvršena je samo preraspodjela bivšeg dobitka i poreza na promet. Nova struktura cijene omogućuje svrstavanje pojedinih elemenata u:

1) Troškovne reprodukcije *(R),* koji sadrže amortizaciju, troškove materijala i ostale troškove, uglavnom usluge,
2) Dohodak, koji se sastoji iz plaća i akumulacije i fondova *(D).*

Iz ostvarenog povećanog dohotka jedan dio otpada na poduzeće, a drugi na društvenu zajednicu kao akumulacija.

Godine 1954. napušta se ovakav sistem obračuna i raspodjele dohotka pa uslijed toga nestaju i *akumulacija i fondovi* kao njegova kategorija. Novi sistem uvodi nove elemente s kojima društvena zajednica zahvaća višak rada iz bruto produkta privrednih organizacija. To su kamati na osnovna sredstva, zemljarina, anuiteti za investicione zajmove i savezni porez na dobitak. Ova promjena zahtijeva i promjenu strukture cijene, koja se za elektroprivredu propisuje kako slijedi:

1. Energetsko gorivo
2. Plaće prerade sa socijalnim doprinosom
3. Amortizacija
   a) zamjena postrojenja
   b) investiciono uzdržavanje
4. Pogonska režija
   a) materijal
   b) plaće sa socijalnim doprinosom
   c) ostali troškovi
5. Upravna režija
   a) materijal
   b) plaće sa socijalnim doprinosom
   c) premije osiguranja
   d) poštanski troškovi
   e) putni troškovi
   f) kamati na obrtna sredstva
   g) ostali troškovi
6. Prodajna režija
   a) materijal
   b) plaće sa socijalnim doprinosom
   c) ostali troškovi
7. Kamati na osnovna sredstva
8. Zemljarina
9. Doprinosi

I = Cijena koštanja

10. Dobitak

II = Prodajna cijena

Pored znatnih promjena u sastavu cijene u vezi novih ekonomskih instrumenata, eklatantna je i šira analitika upravne režije.

Kamati na obrtna sredstva nisu imali jedinstvenu stopu. Nivo im se kretao nešto iznad 6%.

Kamati na osnovna sredstva propisani su za industriju sa 6%. Međutim elektroprivreda je dobila izuzetni kamatnjak od 2%. Kasnije je za 1957. taj kamatnjak sni-

žen čak na 1% radi naglog opadanja srednje cijene realizacije i radi porasta nekih drugih troškova iz sastava cijene. Opadanje srednje cijene realizacije nastalo je radi naglog porasta potrošnje kod kućanstva i specijalnih velepotrošača (elektrokemije i elektrometalurgije), čije cijene za električnu energiju su daleko ispod vlastite cijene koštanja elektroprivrede.

Zemljarinu razrezuju narodni odbori prema veličini korišćenog zemljišta.

Pored doprinosa za uzdizanje kadrova, uvodi se novi doprinos za unapređenje industrijske proizvodnje. Kao osnovnica za odmjeravanje tih doprinosa uzete su plaće. Osim ovih, bilo je i drugih neobaveznih doprinosa.

Dobitak je u pravilu razlika između vrijednosti realizirane proizvodnje i ostvarenih troškova cijene koštanja. To važi za one djelatnosti koje svoju prodajnu cijenu formiraju na tržištu. Međutim cijene za električnu energiju propisuju državni organi nadležni za cijene. Radi toga, dobitak u elektroprivredi je kalkulativna stavka u okviru realizacije proizvodnje po zadanim cijenama. Dobitkom su obuhvaćeni anuiteti za investicione zajmove plativi u tekućoj godini, zatim jedna masa namijenjena za zakonske obaveze, rezervni fond poduzeća, fond za samostalno raspolaganje, varijabilni dio plaća i dio dobitka za komunu. Veličina ove mase se zadavala u postotku na iznos planiranih plaća. Za nabrojane dijelove dobitka, ukalkulirao se i odgovarajući savezni porez na dobitak. Taj je za 1955. i 1956. iznosio 50% od ukupnog dobitka. U 1957. elektroprivreda je bila oslobođena od plaćanja saveznog poreza na dobitak iz istih razloga iz kojih joj je smanjena kamatna stopa osnovnih sredstava na 1%.

1956. u sastav cijene ulazi novi teret u vidu doprinosa za stambeni fond. On se kalkulirao sa 10% na iznos plaća.

Tako se struktura cijene za električnu energiju elektroprivrede grada Zagreba postepeno razvijala tokom vremenskog razdoblja od 50 godina od svojeg najjednostavnijeg početnog oblika bez sistema i plana do složenog instrumenta planske privrede.

INVESTICIJE U ELEKTROPRIVREDI GRADA ZAGREBA OD 1907. DO 1957.

Jakov Bezerić, Elektra Zagreb

621.316.1:621.311.1

Koristeći podatke iz zaključaka skupštine Gradskog poglavarstva, bilanca i završnih računa autor daje pregled investicionih ulaganja tokom 50 godina u elektroprivredu grada Zagreba. Izvršena ulaganja prikazana su u valutama, koje su u odnosno vrijeme važile ne svodeći ih na današnju vrijednost, jer bi to bio ne samo težak posao, nego bi i točnost dobivene vrijednosti bila problematična.

Povodom 50. godišnjice elektroprivrede grada Zagreba od interesa je osvrnuti se na investiciona ulaganja kroz proteklo razdoblje od 1907. do 1957.

U financijskom pogledu proteklo vrijeme od 50 godina nije neprekidno, već ga se može podijeliti u tri etape. Prva etapa obuhvaća vrijeme od početka gradnje zagrebačke termoelektrane do konca prvog svjetskog rata godine 1918. Druga etapa od svršetka prvog svjetskog rata do 1945., a treća od Oslobođenja do danas. Svaka etapa ima svojstvene pojedinosti kako u pogledu društveno-političkog uređenja, tako i u pogledu valute i vrijednosti.

Pregled investicionih ulaganja kroz proteklo vrijeme sveden na današnje vrijednost bio bi otežan. Stoga se izvršena ulaganja iznose po godinama u tada važećoj valuti.

Zaključkom skupštine gradskog poglavarstva grada Zagreba od 29. 8. 1906. određena je građevna glavnica za gradnju munjare od K. 1,300.000.

Za izgradnju električne centrale do stavljanja u pogon utrošeno je K. 730.899.— odnosno 830 Kruna po instaliranom kilovatu u elektrani, što predstavlja početno ulaganje u izgradnji elektroprivrede grada Zagreba. Investiciona ulaganja tokom prve etape rada i razvoja elektroprivrede grada Zagreba vide se iz tabele 1.

Investiciona ulaganja u elektroprivredu Zagreba od 1907 do 1918.

Tabela 1

Red. br.	Opis	Godina	Iznos u K.
1.	Vrijednost pri stavljanju u pogon	1907	730.899
2.	Uloženo za daljnje potrebe	1908	483.024
3.	,, ,, ,, ,,	1909	7.762
4.	,, ,, ,, ,,	1910	216.638
5.	,, ,, ,, ,,	1911	142.583
6.	,, ,, ,, ,,	1912	92.376
7.	,, ,, ,, ,,	1913	111.718
8.	,, ,, ,, ,,	1914	80.000
9.	,, ,, ,, ,,	1915	40.000
10.	,, ,, ,, ,,	1916	178.244
11.	,, ,, ,, ,,	1917	—
12.	,, ,, ,, ,,	1918	—
13.	Ukupna ulaganja od 1907. do 1918.		2,083.244

Analiza investicionog ulaganja tokom prve etape pokazuje, da je ono nešto veće od građevne glavnice. Ako se ima u vidu tadašnji način vođenja poslovnih knjiga, kao i da su pojedini investicioni radovi izvođeni na teret troškova proizvodnje, pretpostavlja se da su ulaganja bila veća.

Druga etapa rada i razvoja elektroprivrede grada Zagreba počima svršetkom prvog svjetskog rata 1918., kada Zagreb postaje političko i kulturno središte Hrvatske, što je uvjetovalo i njegov privredni razvitak. Ubrzani porast stanovništva i privredni razvoj

grada zahtijevao je sve više električne energije, što mu električna centrala u tadašnjem stanju nije mogla dati. Porast potražnje električne energije morao je biti zadovoljen, a upravljači centrale i grada prihvatili su kao najpovoljnije rješenje proširenje postojeće centrale.

Početak duge etape obilježen je ne samo političkom promjenom već i promjenom valute t. j. prijelazom sa austro-ugarske Krune na Dinar bivše Jugoslavije, što je bilo popraćeno valorizacijom sredstava, našto se ovdje ne ćemo osvrnuti.

Investiciona ulaganja tokom druge etape rada i razvoja elektroprivrede grada Zagreba vide se iz tabele 2.

Investiciona ulaganja elektroprivrede grada Zagreba od 1920 do 1943. Tabela 2

Red. br.	Opis	Godina		Iznos
1.	Vrijednost osnovnih sredstava	1920	Kruna	1,088.000
2.	,, ,, ,,	1921	,,	3,121.000
3.	,, ,, ,,	1922	Din	4,041.000
4.	Uloženo	1923	,,	8,289.000
5.	,,	1924	,,	8,289.000
6.	,,	1925	,,	8,565.000
7.	,,	1926	,,	12,961.000
8.	,,	1927	,,	15,806.000
9.	,,	1928	,,	18,000.000
10.	,,	1929	,,	6,720.000
11.	,,	1930	,,	9,948.000
12.	,,	1931	,,	4,023.000
13.	,,	1932	,,	2,575.000
14.	,,	1933	,,	1,875.000
15.	,,	1934	,,	10,602.000
16.	,,	1935	,,	13,731.000
17.	,,	1936	,,	1,429.000
18.	,,	1937	,,	13,734.000
19.	,,	1938	,,	13,600.000
20.	,,	1939	,,	12,079.000
21.	,,	1940	,,	5,428.000
22.	Ukupna ulaganja u dinarima		Din	171,695.000
23.	Uloženo	1941	Kuna	4,884.000
24.	,,	1942	,,	7,986.000
25.	,,	1943	,,	3,452.000
26.	Ukupna ulaganja u kunama		Kuna	16,322.000

Ne može se reći, da investiciona ulaganja tokom druge etape nisu bila veća od navedenog u ovoj tabeli. Ovo zato, što su radovi pretežnim dijelom izvođeni na teret troškova proizvodnje bez povisivanja osnovnih sredstava.

Podaci iz tabele 2 pokazuju kako su vršena investiciona ulaganja tokom druge etape. Ona nisu iz godine u godinu bila ravnomjerna već različita, pa se druga etapa može podijeliti u tri dijela. P r v i 1923.—1924., kada su vršena proširenja i rekonstrukcija čitavog postrojenja. D r u g i 1934. — 1935., kada je izgrađena Upravna zgrada u Gundulićevoj ul. 32. T r e ć i dio 1935.—1939., kada je pored radova na području grada Zagreba izvršena i elektrifikacija širih okolnih područja uključivo i bjelovarskog. Može se reći, da je 1937. godina bila prekretnica, kada je elektroprivreda grada napustila gradsko područje i time izgubila lokalno značenje.

Konac druge etape obuhvaća vrijeme drugog svjetskog rata i okupaciju zemlje. Rat i okupacija usporavaju daljnji razvoj započete elektrifikacije šireg područja što pokazuju podaci iz tabele za vrijeme od 1941—1943. T r e ć a e t a p a rada i razvoja elektroprivrede grada počinje oslobođenjem Zagreba 1945. Oslobođenjem grada nisu nastale samo društveno-političke već i privredne promjene. Nagli privredni razvoj zahtijevao je iz dana u dan sve više energije, a elektroprivreda grada stavljena je sa svojim postojećim proizvodnim, prenosnim i razvodnim postrojenjima pred mnoge teške zadatke.

Pored ličnog zalaganja radnih kolektiva bilo je moguće nove zadatke izvršiti uz nova investiciona ulaganja, i uz provedbu potrebnih organizacionih promjena pa je i kod elektroprivrede grada Zagreba nastala promjena. Od bivše *Gradske centrale* postala su dva poduzeća: *Elektrane — Zagreb* sa zadatkom proizvodnje električne energije, a kasnije i prijenosa i *Elektra — Zagreb* sa zadatkom prijenosa, razvoda i prodaje električne energije. Od tada svako poduzeće djeluje posebno ali na zajedničkom cilju razvoja elektroprivrede grada Zagreba i Hrvatske. Prema tome rad i razvoj elektroprivrede grada Zagreba od 1947. pa dalje treba promatrati kroz rad dvaju poduzeća t. j. *Elektrane* i *Elektre* — Zagreb.

Investiciona ulaganja u toku treće etape rada i razvoja elektroprivrede grada Zagreba vide se iz tabele 3.

Investiciona ulaganja elektroprivrede grada Zagreba Tabela 3

Red. br.	Opis	Godina	Iznos Din.
	a) E l e k t r a n e - Z a g r e b		
1.	Uloženo	1947	27,261.000
2.	,,	1948	25,053.000
3.	,,	1949	16,218.000
4.	,,	1950	12,137.000
5.	,,	1951	12,461.000
6.	,,	1952	10,579.000
7.	,,	1953	18,449.000
8.	,,	1954	32,726.000
9.	,,	1955	82,638.000
10.	,,	1956	49,118.000
11.	,,	1957	38,255.000
12.	Ukupno ulaganje *Elektrane* Zagreb		324,895.000
	b) E l e k t r a - Z a g r e b		
1.	Uloženo	1947	19,042.000
2.	,,	1948	300.000
3.	,,	1949	21,512.000
4.	,,	1950	—
5.	,,	1951	66,858.000
6.	,,	1952	106,894.000
7.	,,	1953	77,464.000
8.	,,	1954	236,916.000
9.	,,	1955	279,045.000
10.	,,	1956	373,932.000
11.	,,	1957	1,230,908.000
12.	Ukupno ulaganje *Elektre* Zagreb		2,412,871.000

Od 1947. — 1957. godine ukupna investiciona ulaganja u elektroprivredu grada Zagreba iznosila su Dinara 2,737.766.000.

Investiciona ulaganja od 1947. — 1957. nisu obuhvatila iznose koji su utrošeni na investiciona uzdržavanja postrojenja, nego iznose utrošene za povećanje vrijednosti osnovnih sredstava.

Ulaganja iz prednje tabele iskazana su ne prema vremenu ulaganja već prema stavljanju postrojenja u pogon.

Elektrana i *Elektra*, kao investitori širih elektrifikacionih područja izvodile su radove mnogo veće vrijednosti, no oni nisu obuhvaćeni u prednjoj tabeli, koja iskazuje samo ulaganja na području grada Zagreba.

Investiciona ulaganja u znatnijem su porastu od godine 1954. Ako se godina 1954. uspoređuje sa godinom 1957. vidi se, da je nastalo povećanje za 320 %. Iako su investiciona ulaganja u godini 1957. po vrijednosti bila veća skoro od ukupnih prethodnih godina 1947.—1956. to ipak ona nisu potpuno zadovoljila postojeće potrebe elektroprivrede grada, dok će daljnji njen razvoj zahtijevati, da se investiciona ulaganja u narednim godinama ne samo održe na nivou 1957. već i znatno povećaju.

KRATAK PRIKAZ SADRŽAJA BILANCE GEC I NJENIH PRILOGA KROZ 50 GODINA

Ante Kršulović, Elektrana, Zagreb

657.372:621.311.22

Današnji način sastavljanja godišnjih završnih računa uvelike se razlikuje od nekadašnjeg načina bilanciranja. Autor prikazuje bilance nekadašnje Gradske električne centrale i pokušava objasniti financijsko poslovanje poduzeća kroz 50 godina, analizirajući pojedine godišnje bilance.

U načinu sastavljanja bilance kroz proteklih 50 godina jasno se razdvajaju dva razdoblja: do 1945. i poslije 1945.

Prva bilanca, t. j. dokumenat, koji danas poznajemo pod imenom završni račun, sastavljena je za Električnu centralu grada Zagreba 1907. godine, a sastoji se od *Računa razmjere* i *Računa gubitka i dobitka*. Račun razmjere ima na strani *Imovina* vjerovnike, a na strani *Dugovina* motore, dok su plaće i nadnice iskazane kao dobitak u računu gubitka i dobitka.

Uz bilancu ne prileži nikakova specifikacija, pa se ne vidi zašto su *Vjerovnici* u aktivi, motori u pasivi, a plaće i nadnice iskazane kao dobitak.

Za otpis *investicija, oruđa i našastara*, primijenjena je jedinstvena stopa od 20% na cjelokupnu vrijednost navedenih sredstava.

Račun gubitka i dobitka sastavljen je kao konto, koji na strani *duguje* ima rashode, a na strani *potražuje* prihode. U godini 1909. za prihode i rashode sastavljen je *proračun*, pa je na kraju godine dan obračun, t. j. usporedba predviđenih prihoda i rashoda sa onima koji su ostvareni.

Bilanci ne prileži nikakova specifikacija čak ni za vjerovnike i dužnike. *Razmjera* je odobrena od Gradskog računovodstva, a iz klauzule o pregledu proizlazi da je . . »razmjera sravnjena sa glavnom i pomoćnim knjigama i brojevno u redu pronađena«.

U razdoblju od 1907. do 1945. mogu se uglavnom razlikovati razdoblje do 1935. i poslije toga. Do 1935. Završni račun sadrži samo bilancu, račun gubitka i dobitka i specifikacije, više — manje samo za dužnike i vjerovnike, te materijal.

Od 1935/36 Završni račun pored onoga što je imao i prije, sadrži i poslovni izveštaj, koji postaje sve potpuniji. Daje se iskaz troškova, koji se razvija tako, da se prikazuju troškovi po vrstama i mjestima; daju se usporedni podaci, kratke analize rezultata poslovne godine, te izvjesni zaključci.

Stope amortizacije su neustaljene, proizvoljne i različite za pojedine godine, što znači da se za amortizaciju osnovnih sredstava primjenjuje metoda, po kojoj je amortizacija zavisna od dobitka. Bilance sadrže skrivene rezerve u osnovnim sredstvima. Bilance odobrava Gradsko poglavarstvo. Interesantno je, da se je bilanca i zaključni račun za godinu 1918. do 1923. vraćaju Gradskoj munjari 29. 5. 1926. »nakon što su odobreni i cenzurirani«. Bilanca za 1928. do 1936. ponovno su pregledane od računoispitača *Mjesne kontrole pri financijskoj direkciji u Zagrebu* u toku 1937., 1938. i 1939. Za cijelo vrijeme od 1907. do 1927. uz bilance prileže još račun gubitka i dobitka, usporedba proračuna i stvarnih izdataka, te iskaz dužnika i vjerovnika. Bilanca je poprimila slijedeći sadržaj i redoslijed pozicija, tako da njena šema s manjim odstupanjima kroz cijelo razdoblje do Oslobođenja, izgleda ovako:

BILANCA

Aktiva	sastavljena dne.....	Pasiva
1. Gotovina: u blagajni		1. Glavnica
u bankama		2. Rezervni fond
2. Vrijednosni papiri		3. Vjerovnici
3. Dužnici		4. Ostali fondovi
4. Zemljište		5. Dobitak
5. Zgrade		
6. Kotlovi i strojevi		
7. Mreža		
8. Brojila		
9. Namještaj		
10. Skladište materijala i robe		

Što se tiče terminologije, to se upotrebljavaju izrazi: *Aktiva* i *Pasiva, Imovina* i *Dugovina, Razmjera* ili *Glavna razmjera, Bilanca, Pričuve, Fondovi.*

U bilanci se pokazuje uspjeh poslovanja kroz povećanje imovine i vlastitih izvora, te kao dobitak. U godini 1918., 1920. i 1942. pokazan je u bilanci gubitak. S obzirom da su se investiciona ulaganja smatrala troško-

vima, to je karakterističnо, da se u bilanci (do 1945.) u stvari pokazuje samo simbolični dobitak, a u tri navedena slučaja i gubitak.

Na ovaj način dobitak je zapravo raspoređivan u toku godine t. j. upotrebljavan je za proširenje električne mreže i zamjenu postrojenja. Dio dobitka raspoređuje se i na povećanje glavnice, te formiranje rezervnog fonda (*Pričuvne zaklade*).

Što se tiče prikazivanja vrijednosti pojedinih imovinskih česti, interesantno je, da se u bilanci za godinu 1921. iskazuje vrijednost kotlova sa Din 10.000.—, a strojeva sa Din 40.000.—, dok u 1922. godini, kotlovi prema bilanci vrijede samo 2.500 Din, a strojevi Din 10.000.—. Istovremeno u računu gubitka i dobitka za 1921., izmjena strojeva, kotlova i akumulatora iskazuje se sa iznosom od Din 9,000.000.—. Za ovaj »trošak« od Din 9,000.000.—, izvori su pokazani u pasivi, jer se te iste stavke nalaze u specifikaciji vjerovnika i to: Izmjena kotlova Din 3,234.620.—

U bilanci ima stavaka kao što su na pr. vozila, inventar, mjerne sprave, sa pro-memoria cifrom od Din 1.—. Za ovakav način iskazivanja vrijednosti osnovnih sredstava, t. j. za ovakvu procjenu nema nikakvog obrazloženja. Navedeni primjeri su tipičan način prikazivanja vrijednosti osnovnih sredstava, koji izražavaju latentne rezerve poduzeća.

Bilančne pozicije dužnici i vjerovnici daju se u prebijenom saldu. Iz specifikacije se vidi, da među vjerovnicima ima i »vjerovnika« sa dugovnim saldom, t. j. dužnika.

U bilanci za 1924. od ukupne pasive od Din 30,165.326.— glavnica i rezervni fond iznose samo 1,591.311.—, ali zato među vjerovnicima ima i ovakvih:

a) Izmjena akumulatora	Din	530.082,50
b) Izmjena strojeva	,,	4,176.762,50
c) Izmjena kotlova	,,	3,663.655.—
d) Pojačanje transformatora	,,	3,294.252,50

Kako su stvarane latentne rezerve već je pokazano, a to je vidljivo i iz ovog primjera: U računu gubitka i dobitka za godinu 1926. nalazi se stavka *Izmjena kabelske mreže Din 7,343.980.*—, a ova ista pozicija za 1925. iznosi Din 5,243.573.—, pa ipak je u bilanci za 1926. vrijednost kabelske mreže iskazana sa svega 2,425.000.—

U bilanci za 1928. u specifikaciji vjerovnika, nalazi se i ovaj: *Izmjena strojeva Din 4,176.762.* Uz bilancu za 1928. godinu nalazi se još i *Izvještaj zaključnim računima Gradske električne centrale za godinu 1928.* Čitav izvještaj sastavljen je na manje od dvije stranice, a u njemu se govori isključivo o otpisima, pa se između ostalog kaže, da otpisi prekoračuju opseg uobičajenog otpisa, koji vrijedi za industrijska i slična poduzeća. »Ovi jači otpisi opravdavaju se sami po sebi i dapače nameću se u dužnost valjanoj i racionalnoj upravi, a u svrhu, da se što prije i što jače otpišu starije i neracionalnije instalacije i da se zamjene novima, jer to iziskuje ekonomija pogona«.

Međutim, u spomenutom izveštaju, nema ni jedne riječi o poslovanju, korištenju sredstava, usporednim podacima sa prošlom godinom, nema nikakove analize procesa proizvodnje, financijskog rezultata, poslovanja uopće. Pomanjkanje poslovnog izveštaja zapaženo je prilikom odobravanja bilance za 1929. godinu, iako je tada po prvi put sastavljeno kratko obrazloženje za neke bilančne pozicije. U dopisu Upravi gradske munjare, kojim se javlja zaključak Gradskog zastupstva u Skupštini od 28. 11. 1930., o odobrenju bilance i zaključnog računa stoji da jedan »... Gradski zastupnik prigovara predloženoj bilanci, što ona daje samo brojeve, dok se iz nje ne može razabrati kako je velik bio konzum i kako velik bi taj konzum mogao biti«. U bilanci za 1929. godinu nalazi se u pasivi *Prelazna stavka od Din 15,158.456.*—, a što u stvari nije ništa drugo, nego financiranje investicija iz vlastitih sredstava. Formiranje pojedinih fondova izvršeno je u narednim godinama, pa se u bilancama pojavljuju: Pričuva bolesničke blagajne, pričuva za mirovinu, pričuvna zaklada.

Već su navedeni primjeri stvaranja latentnih rezervi, a u bilanci za 1934. god. jedna od pozicija je tako i nazvana. Naime, u specifikaciji vjerovnika za 1934. godinu nalazi se i ovaj: *Latentne rezerve Dinara 11,415.763.*—. Uz ovu stavku dana je napomena: »Za sve latentne rezerve, razrezan nam je 6 % porez i naplaćen je u 1935. godini«.

U bilancama se sredstva stalno pokazuju ispod njihove vrijednosti. Ove latentne rezerve sadržane su uglavnom u nižoj vrijednosti od stvarne, za osnovna sredstva. Pored već navedenih primjera, evo još jednog naročito karakterističnog. U poslovnom izveštaju za godinu 1938/39 između ostalog stoji: »Uređaj kotlovnice je prema policama osiguranja osiguran na Din 17,450.000.—, te bi ova svota odgovarala stvarnoj uporabnoj vrijednosti kotlovnice«. Dakako, da je, dok ovo stoji u poslovnom izveštaju u bilanci, kotlovnica pokazana sa manjim iznosom, t. j. samo sa Din 3,144.000.— Do 31. 12. 1934. poslovna godina se je poklapala sa kalendarskom. Bilanca se sastavljala na 31. 12. svake godine. Međutim za razdoblje 1. 1. 1935. do 31 3. 1936. sastavljena je bilanca 31. 3. 1936.

Više se ne poklapaju kalendarska i poslovna godina. Prešlo se je na budžetsku godinu, pa se bilance sastavljaju za razdoblje od 1. 4. do 31. 3. Tako je bilo do 31. 3. 1940. Za 1940. sastavljena je bilanca i na zadnji dan godine, pa se od tada opet poklapa kalendarska i poslovna godina.

Račun gubitka i dobitka nije sastavljen po brutto principu, osim za poziciju *Prihodi od struje*, već u dobitku ima stavaka, koje predstavljaju saldo između troškova i realizacije. Ovakav način prikazivanja troškova i realizacije, djelomično po brutto principu, djelomično po netto principu, zadržan je sve do Oslobođenja. Stoga se iz ovog računa ne vide ukupni troškovi i ukupni prihod.

Prikazivanje troškova i realizacije po brutto principu je jedino ispravan, ali se je taj način primjenjivao samo djelomično.

Od godine 1935/36, bilance sa prilozima — specifikacijama bilančnih pozicija — te sa obrazloženjima za pojedine pozicije računa gubitka i dobitka i poslovni izveštaj, uvezuje se u jednu knjigu.

Poslije 1945. bilanca se sastavlja na temelju jedinstvenih propisa. Kontni plan je obavezan i prilagođen potrebama elektroprivrednih poduzeća. Bilančne šeme su propisane. Isto tako propisan je sadržaj poslovnog izveštaja, kao i specifikacije, podaci i dokumenti, koje mora sadržavati Završni račun. Propisana je metoda inventiranja, kao i procedura oko odobravanja Završnog računa. Njega odobrava Radnički savjet vršeći raspored ostvarenog financijskog rezultata. Završni račun postaje bogata riznica podataka ne samo o stanju sredstava i njihovih izvora na određeni dan, već dokumenat u kome je kroz financijske i druge pokazatelje dan prikaz poslovanja, te izvršena analiza cjelokupnog djelovanja poduzeća za poslovnu godinu.

ULOGA RADNOGA KOLEKTIVA U ELEKTROPRIVREDI GRADA ZAGREBA

Ernest Radetić, Institut za elektroprivredu, **Đuro Mlinarić**, Elektrana i **Tomo Tisaj**, Elektra, Zagreb

621.311.1:621.311.22

Za razliku od ostalih članaka, koji obrađuju uglavnom tehničku stranu bivše Gradske električne centrale, autori u ovom prikazu iznose ulogu čovjeka-radnika i njegov udio u izgradnji i borbi za radnička prava, te uspjehe, koje je svojom borbom postigao. Ujedno je opisana politička i socijalna, te kulturno-prosvjetna i sportska djelatnost radnika i namještenika bivše Gradske električne centrale Zagreb kroz zadnjih 50 godina.

POLITIČKI I DRUŠTVENI ŽIVOT U NEKADAŠNJOJ GRADSKOJ ELEKTRIČNOJ CENTRAL

Ernest Radetić

Dr. Milan Amruš, načelnik grada Zagreba 1907., čijim je zalaganjem provedena elektrifikacija Zagreba.

Kada se god govori o nekom velikom razdoblju, o nekoj velikoj izgradnji, o dovršenju nekog djela, nikada se ne propušta iznijeti najdetaljniji opis strojeva i uređaja, citirati tvornice, koje su to izradile, nanizati svu silu najpreciznijih statističkih podataka i nabrojiti more datuma, godina i mjeseci.

Prečesto se međutim dešava, da se u takovim, inače veoma vrijednim i značajnim publikacijama, pušta iz vida prvu i najosnovniju pokretnu snagu — čovjeka. O njemu se, pogotovo onom malom bezimenom čovjeku, rijetko napiše po koja rečenica, iako je svojim umom, svojim znojem i svojim žuljevima, na kraju krajeva, ipak bio on ona primarna pokretna snaga... U ovom ćemo stoga prikazu reći nešto i o čovjeku, o ljudima, koji su tokom pedeset godina opstanka elektroprivrede grada Zagreba tu granu privrede stvarali, s njom živjeli, kraj njezinih strojeva gorjeli i... dogorijevali.

Govorit ćemo ne samo o ljudima, koji su po svom položaju kao šefovi i rukovodici odigrali stanovitu ulogu u razvoju poduzeća, nego i o onima, koji su bilo kao pojedinci, bilo kao kolektiv dali svojom suradnjom obilježje političkom, socijalnom i društvenom životu te naše značajne privredne organizacije.

*

Prve novinske vijesti o radu zagrebačke elektrane govore o rasvjeti, o velikim žaruljama na tadanjem »Jelačić-placu«, koji da je osvijetljen jednom žaruljom od 500 svijeća izgledao kao plesna dvorana.

Prvi zapisnici sa sjednica *Odbora za upravu gradske munjare i vodovoda* govore samo o strojevima i konjskim snagama.

Prve vijesti o čovjeku pojavljuju se istom u zapisnicima iz godine 1914. Te je godine, naime, buknuo prvi svjetski rat, pa je oko 60 radnika i namještenika tadašnje Gradske munjare bilo pozvano u vojsku, ostavivši kod kuće neopskrbljene žene i djecu.

Preostali radnici i službenici, koji zbog tjelesnih nedostataka ili poodmakle dobi, nisu bili vojni obveznici nisu mogli ni uz najveće napore svladavati zadatke, koji su se pred njih postavljali, pa je bilo potrebno tražiti od vojnih vlasti, da se pojedine stručnjake oslobodi od vojske, da bi pogon mogao funkcionirati.

Tu se prvi put pojavljuje problem čovjeka, bez kojega svi strojevi i svi uređaji nisu mogli raditi.

Prvi socijalni pokreti

Prve socijalne borbe u električnoj centrali nastaju na početku rata 1914. Neopskrbljene žene i djeca u vojsku pozvanih radnika, tražile su da im se osigura sredstva za život. Ratna pomoć, koja se je kasnije isplaćivala članovima obitelji mobiliziranih vojnika, nije proradila odmah prvih dana, pa je na pritisak žena, a uz punu podršku preostalih radnika, poduzeće organiziralo centralnu kuhinju, u kojoj su žene i djeca (preko 20 žena i 54 djece) mobiliziranih radnika dobivali zajutrak i ručak.

Pravo na prehranu imale su, prema pravilniku, obitelji radnika i namještenika, koji su neprekidno do konca srpnja 1914. vršili službu u strojarni ili radioni gradske

munjare, kod uprave i instalacionog ureda u gradu i — kod gradskog vodovoda, bilo u radioni ili na prugama. Obroci su se dijelili kroz pet-šest mjeseti to jest tako dugo, dok nije bilo uređeno pitanje ratnih potpora.

Rat je potrajao dulje nego što se u prvi mah mislilo, prilike su postajale sve teže, živežnih je namirnica bivalo sve manje i bilo ih je vrlo teško nabaviti. Tu su i opet radnici i službenici pokazali svoje organizatorne sposobnosti. Napravljen je pritisak na upravu, da omogući organizaciju vlastite aprovizacije, odnosno radničkog konzuma. Aprovizacija je dobavljala uglavnom živežne namirnice a zatim i odjeću i obuću uz pogodovne cijene.

Ta je aprovizacija radila još nekoliko godina poslije rata, ublažujući teške ratne i poratne prilike radnika i namještenika centrale i vodovoda.

U trećoj godini rata, godine 1917., cijene živežnih namirnica i odjeće porasle su prema predratnim godinama za 400 do 600%, dok su plaće u nekim poduzećima porasle jedva za 30 do 100%. Bez ikakve mogućnosti političkih istupa, jer je objavom rata radnički pokret bio u Hrvatskoj zabranjen i radnička klasa ostala bez svojih klasnih sindikalnih i političkih organizacija, radnici gradskih poduzeća vršili su pritisak na upravu, koja im je odobrila poseban ratni doplatak, a za novu godinu t. zv. trinaestu plaću. Uz to je svakom radniku i namješteniku bila podijeljena stanovita količina krumpira. To je bio prvi zajednički istup, kojim su, osim toga, ishodili da se dade socijalna pomoć i njihovim drugovima na bojištu, a pogotovo onima u zarobljeništvu, i njihovim obiteljima.

Borba za 8-satno radno vrijeme

Prvi svjetski rat završio je u listopadu 1918. slomom centralnih vlasti. Borba za radnička prava razmahala se iza rata svom žestinom.

Jedna od najznačajnijih tekovina radničke borbe u Hrvatskoj bila je uredba o 8-satnom radnom vremenu. Da bi postiglo tu tekovinu hrvatsko se radništvo borilo preko dva decenija. Radništvo gradske munjare nije u toj borbi bilo na posljednjem mjestu. Zbog delikatnosti svoje funkcije — opskrbe grada strujom i vodom — vlast je pristupila razmatranju njihovih zahtjeva s posebnim oprezom.

Ing. Rudolf Vrbanić, ravnatelj GEC od 1907. do 1932.

Prilike su naime prvih godina iza rata bile veoma napete i nabijene elektricitetom. Oktobarska revolucija i uspostava sovjetske vlasti u Rusiji, vlada Bele Kuna u susjednoj Madžarskoj, jačanje radničkih pokreta u cijelom svijetu — sve to nije moglo ostati bez odraza na radništvo u Hrvatskoj, pa i na radništvo gradskih poduzeća u Zagrebu.

U gradu Zagrebu bilo je redovima sve vrelo. je vrlo burno. U radničkim dvadesetak štrajkova. God. 1919. zabilježeno je oko

Radništvo i namještenštvo munjare i vodovoda nije, doduše, stupilo u štrajk, ali je poput mnogih drugih radničkih i strukovnih organizacija, postavilo svoje zahtjeve, popraćene ozbiljnim prijetnjama.

Na sjednici *Odbora za upravu gradske munjare i vodovoda,* održanoj 12. veljače 1919. ravnatelj Vrbanić izvješćuje o memorandumu radništva. U tom memorandumu radništvo ističe kao svoj osnovni zahtjev: osamsatno radno vrijeme i povišenje dotadašnjih plaća. Zahtjev je predan putem *Općeg radničkog saveza,* u kojem je radništvo bilo organizirano.

Zahtjev je uspio utoliko, što je nakon 4-dnevnog raspravljanja i pogađanja s radničkim predstavnicima, sastavljen i kod obrtne oblasti potpisan ugovor, kojim je uvedeno 8-satno radno vrijeme, plaća povišena za 20—30%, za službenike sa više od 2 godine službe utvrđena tjedna plaća, te osigurana plaća za slučaj bolesti.

Izgleda kao da je pokret radnika gradske munjare bio zadnji podstrek vlastima, da konačno donesu i uredbu o 8-satnom radnom vremenu, koja je stupila na snagu 10. ožujka 1919. godine.

Istom naredbom prihvaćena je još jedna također veoma značajna tekovina i to: izbor radničkih povjerenika, s kojima se je obrtna oblast bila dužna sporazumijevati o svakom pitanju, koje se je ticalo radničkih prava i radničkih zahtjeva.

Pojava ovih dviju naredaba rezultat je dugogodišnjih borbi radničke klase Hrvatske.

Tarifni pokreti

Radnički pokret u gradskim poduzećima nije, međutim, bio obustavljen uvođenjem 8-satnog radnog vremena i djelomičnim povišenjem plaća. On je bio dio općega pokreta radničkih masa u Hrvatskoj, koje su bile zatalasane pa se je, paralelno s ostalim pokretima, i on nastavljao. Pregovori s radnicima godine 1919. završili su time, da su nadnice cjelokupnog radništva povišene za 40% na dotadašnja beriva.

Istodobno s radnicima predali su memorandum i činovnici, te je moralo biti udovoljeno i njihovim zahtjevima i odobriti im povećanje plaća i jednokratnu nabavnu pripomoć.

U radničkim je redovima i nadalje kipjelo. Poslijeratna konjuktura bogatila je trgovce i špekulante, vrijednost je novca padala, cijene su rasle. U studenom godine 1919. uprava prihvaća da se za radništvo osnuje *Konzumna zadruga,* a na pritisak radničkih organizacija i radničkih povjerenika počevši od 1. rujna 1920. odobrena je radnicima i činovnicima povišica, te jednokratna nabavna pripomoć.

Iz ovog naoko suhoparnog nizanja borbi radništva i namještenštva »munjare i vodovoda« za poboljšanje uvjeta života i rada, teško je rekonstruirati događaje i prikazati borbenu atmosferu u kojoj se je to odvijalo. Da ta borba nije bila jednostavna i laka, nego da je bila skopčana i sa žrtvama, gdje su pojedinci bili čak izbačeni iz službe, razabrat ćemo bolje iz prikaza samog Gradskog poglavarstva.

U Izvještaju o radu Gradske električne centrale od 1919. do 1925. o prilikama u godini 1919. kaže se ovo:

Cijela ta godina ispunjena je žilavim borbama za socijalni položaj radništva i činovništva. Svi pokreti kao naravne posljedice rata i nastale bijede bili su do sada pod pritiskom

ratnih stega zaustavljeni, pa su u času nastale slobodne izjave izbili tim jače kao latentna kriza, koja se u jedan čas pretvara u opasan požar.
Mnogo je djelovala u prilog tomu pokretu politička i socijalna borba te upliv komunista, koji su u susjednoj Madžarskoj preuzeli diktaturu proletarijata.
Početak borbe preuzelo je radništvo memorandumom od 12. veljače, zahtijevajući osamsatni rad, nedjeljni počinak i povišenje beriva za 88% na skraćeno radno vrijeme. Djelomično udovoljenje povišice od 30% i novo uvedeni 8 satni rad nije zadovoljavao, te su ponovno izbili pokreti do sada nečuvenom žestinom.
Kritično stanje pogoršalo je držanje jednog dijela činovništva, koje je, poprimivši inicijativu radništva, nastojalo da u zajednici s njima provede prisilno ispunjenje svojih zahtjeva.
Odnosi su se zaoštrili do tolike mjere, da je jedan čas izgledalo, da će oba gradska poduzeća prestati funkcionirati, preći pod diktaturu pobunjenog radništva i činovništva i time prouzročiti nedogledne katastrofalne posljedice za grad.
Nikada od osnutka gradske električne centrale 1907. možda nije bilo kritičnije stanje po opstanak i rad tih poduzeća.
Uprava izbacivši energičnim mjerama vođe tih subverzivnih pokreta iz gradske službe zadaje zavedenim i nezadovoljnim grupama toliki otpor da se pokret u početku proljeća te godine stišava.

Borba za kolektivne ugovore

Zloglasna *OBZNANA* 1920. god. stavlja Komunističku partiju, a s njome i svaki pokret radničkih masa za poboljšanje životnih uvjeta, izvan zakona.
Nakon Obznane razbijena je jedinstvena radnička organizacija, tako da je u ime radništva nastupalo pet šest struja i grupa koje nisu imale jedinstvenog stava. Ipak su godine 1921., 1922., 1923. i 1924. obilježene značajnim tarifnim pokretima radnika i činovnika gradskih poduzeća. Tako u ožujku 1921. radnici munjare i vodovoda podnose memorandum, kojim traže povišicu od 20% plaće i jednokratnu nabavnu pripomoć. Uprava, ne želeći da se ponove burni događaji iz 1919. i 1920., odobrava to povišenje kao i nabavnu pripomoć od 2 mjesečne plaće oženjenima, a jedne mjesečne plaće neoženjenima. Ujedno je uređeno i pitanje nedjeljnog rada te plaćanja prekovremenog rada.
Za radnicima se povode i činovnici, koji također podnose memorandum za povišenje plaća. Njima je odobreno povišenje od 30% te nabavna pripomoć ista kao i radnicima.
Interesantno je da su u svojim zahtjevima radnici i činovnici nastupali uvijek odvojeno, iako bi sigurno jedinstveni nastup bio uspješniji. Izgleda međutim, da u vodstvu radničkih i činovničkih pokreta nije u to vrijeme postojala potrebna kooperacija, iako su i jednima i drugima bili isti ciljevi.

Ing. Ante Visković, od 1919. pomoćnik ravnatelja, a od 1932. do 1935. ravnatelj GEC.

Dok je prije Obznane radnički pokret bio kako tako jedinstveno organiziran u *ORS-u* (iako su brojni štrajkovi vođeni svaki na svoju ruku, bez jednog jedinstvenog rukovodstva), činovnici su bili podijeljeni u nekoliko organizacija, od kojih su bili najjači Savez javnih namještenika i Savez bankovnih činovnika.
Savez javnih namještenika u kom su bili učlanjeni državni i općinski činovnici i namještenici, bio je raspušten nakon štrajka 1919., dok je Savez bankovnih činovnika, nakon uspjelog generalnog štrajka 1919., znatno ojačao, proširivši se i na ostale organizacije industrijskih, trgovačkih i privatnih činovnika (*SBOTIČ*). Činovnici i službenici gradskih poduzeća (munjare, plinare i vodovoda) bili su organizirani u *SBOTIČ-u* i *SHPN-u*. Izabrani radnički povjerenik *SBOTIČ-a* u gradskoj munjari bio je sve do svoje tragične pogibije Stjepan Kavurić.

Jedna skupina radnika i službenika GEC 1934.

Donošenje Radničkog statuta

Jedan od najznačajnijih rezultata borbe radnika gradskih poduzeća za njihova prava bio je donošenje *Statuta za radnike gradske plinare, munjare i vodovoda.* Statut je donesen 1. srpnja 1922., a prihvaćen je na skupštini Gradskog zastupstva od 7. srpnja i 6. listopada 1922. Njime je uređeno pitanje položaja radnika u gradskim poduzećima, a zatim i pitanje njihovih mirovina, što je u ono vrijeme, kada 99% radništva i činovništva (osim u državnoj službi) nije uopće imalo prava na mirovinu, značilo jedno od najviših dostignuća.
Statut se je sastojao iz tri dijela: A) Službenog reda, B) Disciplinskog reda i C) Propisnika o mirovinama. Radnici su podijeljeni u tri kategorije i to na:
kvalificirane, pomoćne i nadničare i težake,
a namještaju se:
stalno, privremeno i za stanoviti posao ili na stanovito vrijeme.

Zvonimir Belavić od 1907. do 1919. nadstrojar, a od 1919. do 1939. upravitelj pogona elektrane.

Stalno namješteni radnici dobivaju svoju plaću mjesečno unaprijed, dok svi ostali radnici bivaju plaćeni tjedno ili po satu.
Radnike, koji nisu stalno namješteni i koji uslijed toga nemaju pravo na opskrbu iz mirovinske zaklade, dužna je uprava poduzeća osigurati kod nadležnog

okružnog ureda, kako za slučaj bolesti tako i za slučaj nezgode.

Sve prinose radničkog osiguranja plaća uprava poduzeća u cijelosti, pa se radnicima s toga naslova ne smije ništa oduzimati.

Svaki stalno namješteni radnik ima pravo na dopust od jedan do tri tjedna.

Za vrijeme dopusta ili bolesti ne smije se radniku ustegnuti plaća ni u cijelosti, ni djelomice, ukoliko bolest ne traje kod stalno namještenih radnika dulje od godine dana, a kod ostalih dulje od 12 tjedana.

Svaki stalno namješteni radnik ima za slučaj nemoći i starosti pravo na mirovinu prema ustanovama Mirovinskog propisnika, a za slučaj njegove smrti imaju pravo na mirovinu njegova udovica i siročad.

Za radnike gradskih poduzeća, munjare, vodovoda i plinare, gradska je općina osnovala Mirovinsku zakladu, u koju su morali pristupiti svi stalno namješteni radnici i radnice tih poduzeća. Mirovinski propisnik bio je sastavni dio statuta.

Ing. Stjepan Pavljak, glavni inženjer Elektrane Zagreb.

Pravo na mirovinu za slučaj nesposobnosti za posao, nemoći ili starosti imao je svaki član zaklade, ako je navršio najmanje 10 godina neprekidne službe u stalnom svojstvu. Svaki član zaklade imao je pravo zahtijevati mirovinu:

1. ako je navršio 60 godina života,
2. ako je navršio 35 godina u mirovinu uračunive službe, s iznimkom ložača i radnika koji vade drozgu, koji su mogli ići u mirovinu sa 30 godina službe i
3. svaki koji je mogao uredovnom svjedodžbom gradskog fizikata dokazati, da je bez vlastite krivnje za svaku daljnju službu nesposoban.

Uz ovaj statut koji je za ono doba smatran velikim uspjehom rdničke borbe prihvaćen je i poseban Propisnik, koji je uređivao visinu plaće, ličnog dodatka na skupoću i porodičnog dodatka.

Ovakav je statut važio sve do 23. 6. 1936., kada su u njemu na temelju sporazuma izvršene stanovite promjene i to proširenjem broja stalnih mjesta, povećanim dopustima, plaćanjem 12 prazničkih dana u godini i drugim beneficijama o kojima ćemo naknadno govoriti. Sporazum od 23. 6. 1936. potpisali su kao radnički povjerenici GEC: Bezuh, Bunčić, Ivanković, Jurušić, Klarić i Kink, a kolektivni ugovor od 2. 5. 1939.: Bunčić, Bartolec, Čajko, Gregurić, Marhofer, Pavlinić, Puharić, Šercl, Šibenik, Udžbinac.

Prema tom sporazumu poduzeće je priznalo 48 sati tjednog rada, a sve drugo je smatrano prekovremenim radom, koji se je plaćao, bilo to radnim danom ili svetkom, sa 50% više ako je rad vršen danju, a sa 100% ako je rad vršen noću od 21 do 5 sati.

Za vrijeme bolesti poduzeće je bolesnom radniku doplaćivalo na hranarinu od Okružnog ureda razliku do pune plaće. Nekadašnji konzumni doplatak je ukinut, ali oni radnici, koji su ga dotad uživali, dobivali su umjesto njega neoženjeni još tri mjesečne plaće, a oženjeni još pet mjesečnih plaća, tako da su imali 17 plaća u godini.

Svim radnicima osiguran je ugljen i financiranje nabave drva. Ujedno im je osigurano pravo na pogodovnu cijenu struje i plina, radna odijela i t. d.

To je bio najveći uspjeh, što ga je bilo koja radnička organizacija u Jugoslaviji dotada postigla.

Taj uspjeh treba zahvaliti ne samo jedinstvenom stavu radništva i namještenštva GEC, nego i specifičnom položaju, koji je stručno osoblje elektroprivrede zauzimalo i drugdje u svijetu, u okviru ostale industrije, zbog delikatnosti svoje funkcije i odgovornosti za normalan rad sve ostale privrede.

Činovnički statut

Neprestani pokreti za uređenje plaća radnika i službenika, stalan nemir i nezadovoljstvo u njihovim redovima, bili su uzrokom, da se je uprava konačno morala pozabaviti pitanjem definitivnog rješenja radničkih i namještenčkih zahtjeva. Taktika je uprave bila, da se uvijek zadovolje buntovniji pojedinci i time razbije zajednički istup radnika i namještenika. Borba za činovnički statut bila je dugotrajna i uporna dok ga nije konačno, u prosincu 1924. gradsko zastupstvo prihvatilo, a nadležna ga vlast u siječnju 1925. potvrdila.

Ing. Vinko Horvat, nekadašnji direktor UEC, danas tehnički direktor ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE.

Statutom je bilo izvršeno razvrstavanje činovnika i službenika munjare, plinare i vodovoda u pet kategorija. Činovnici su podijeljeni u tri kategorije, a službenici u dvije. Činovnici sa fakultetskom spremom razvrstani su u I. kategoriju, sa srednjoškolskom spremom u II. kategoriju, a oni sa 4 razreda srednje škole u III. kategoriju. Službenici su podijeljeni na IV. i V. kategoriju. U IV. kategoriju ušli su oni sa pučkom školom, dočim se za V. kategoriju tražila obična pismenost.

Ujedno su utvrđena radna mjesta i beriva, koja su se sastojala od osnovne plaće — položajne plaće — obiteljskog doplatka i — dodatka za djecu.

Svim činovnicima i službenicima osigurana je o novoj godini trinaesta plaća u visini jednomjesečnih beriva. Napredovanje u osnovnoj i položajnoj plaći bilo je automatsko svake tri godine.

Činovnici i službenici imali su pravo na godišnji odmor. U slučaju bolesti pripadaju činovnicima i službenicima potpuna beriva ako bolest ne traje dulje od godinu dana. Ako bolest traje preko godinu dana, dotičnika se privremeno ili trajno umirovilo.

Činovnica porodilja imala je pravo na porodiljski 20-dnevni dopust, osim svog redovnog dopusta.

Svi stalno namješteni činovnici i službenici i njihove porodice imali su pravo na mirovinu.

Mirovina je iznosila: nakon 10 godina službe 50% od osnovne i položajne plaće, a za svakih daljnjih pola godine još po 1% više.

Porodična mirovina iznosila je za 1 člana obitelji 50%, za 2 člana 65%, za 3 člana 75%, a za 4 i više članova 85% od osnova lične mirovine namještenika.

Rudolf Štok, dugogodišnji voditelj Mreže GEC.

U slučaju smrti namještenika poduzeće je obitelji plaćalo stvarne troškove pogreba prema podnesenim računima.

Osim toga imali su činovnici i službenici pravo na ograničeni besplatni potrošak struje. Statut je bio nekoliko puta nadopunjavan i u pojedinim članovima mijenjan, redovito u korist činovnika i službenika. Tako je godine 1935. zaključeno da se inkasatorima nabavljaju službena odijela, kišne i zimske kabanice, cipele i kape »kako bi s jedne strane dostojno predstavljali poduzeće, kada dolaze ubirati novac, a s druge strane, da bi stranke po jednoličnim odijelima mogle prepoznati, da su to zaista organi gradskih poduzeća«.

Ovaj je statut koji je smatran jednim od najboljih kolektivnih ugovora u staroj Jugoslaviji bio na snazi uz manje dopune sve do 1945., kada je stupila na snagu nova uredba o plaćama u vezi s korjenitim promjenama u našim novim društvenim odnosima.

Nakon donošenja radničkog i činovničkog statuta tarifni su se pokreti radnika i činovnika u gradskim poduzećima donekle smirili. Ratne godine, 1941.-1945., kada se zbog silne inflacije plaće više nisu mi zvale plaćama, nego se svatko morao snalaziti kako je bolje znao i mogao, o nekim se tarifnim pokretima ne može ni govoriti. Sve se je uglavnom rješavalo davanjem jednokratnih pomoći.

Politički i društveni život

Političke prilike u staroj Jugoslaviji bile su obilježene međusobnim borbama desetak stranaka i strančica svih mogućih programa za vlast. Velike su se stranke borile da dođu na vladu, a male da budu pri vladi.

Te stranačke borbe nisu na radništvo i namještenštvo električne centrale imale neki naročiti utjecaj i u samom poduzeću nije među ljudima bilo raspirenog strančarstva. Osoblje je bilo uglavnom orijentirano napredno i demokratski. Za vrijeme šestojanuarske diktature bilo je, doduše, pokušaja, da se i u gradskim poduzećima afirmiraju neke režimske organizacije kao *Radnička sekcija JNS* (Jugoslavenske nacionalne stranke), *Jugoslavenski nacionalni radnički sindikat, Jugosokol* i sl., no odaziv je općenito bio nikakav.

Inače je postojala i ljevičarska i umjereno desničarska struja. Najistaknutiji predstavnici lijevice, inače vrlo cijenjeni i od desničarski raspoložene struje, bili su braća ing. Zvonko i tehn. Stjepan Kavurić. Zvonko je rođen 1901., a Stjepan 1905. u Zagrebu. Stjepan je bio radnički povjerenik na listi *SBOTIČ-a*. Odmah nakon okupacije odveden je u logor u Staroj Gradiški, gdje je ubijen 8. srpnja 1942.

Nikola Kožina, tehnički direktor *Elektre*

Zvonko je kao sekretar partijske organizacije radio konspirativno u elektrani sve do listopada 1944., kada je uhapšen i 5. 10. 1944. obješen u Zaprešiću.

Inače su kao istaknuti ljevičari djelovali među radništvom: Bišćan, Bunčić, Gluhak, Halužan, Hus, Janković, Kezele, Kovačević, Mihaljević, Miličić Marko i Petar, Mlinarić, Šercl, a među namještenštvom Devčić, Doimi, Drezga, Matković, Šagi, Volčanšek, Weidner, Zaković i drugi.

Što u borbi što u pozadini poginuli su osim Stjepana i Zvonka Kavurića još i: Marko Miličić, Adalbert Halužan, Ivan Hure, Ernest Kolenc, Julio Bišćan, Stjepan Weidner, Franjo Rumbak, Josip Smešnik, Ignac Sojak, Ignac Bunčić, Božidar Zaković, Branko Slovak i Vlado Bornemissa.

Odjel Mreže GEC 1938

Gornji red: Uhlik, Miličić, Rutzner, Kotnik, Hus, Slovak, Pichler, Novosel, M. Kovačević. Drugi red: Oster, Krklec, Holz, Zdenčaj, Pavelić, D. Kovačević, Bunčić, Brünn, Pavlić. Treći red: Halužan, Köstler, Hoffmann, Zečević, Kleončić, Češnjak, Rücker. Donji red: Lukša, Kink, Škramić

Društveni život

Društveni život bio je u električnoj centrali lijepo razvijen, kako na polju radničke odnosno činovničke samopomoći tako i na području kulturno-umjetničkom i sportskom.

U poduzeću je postojala i *Zadruga za uzajamnu štednju i pripomoć* namještenika gradskih poduzeća, koja je vrlo dobro poslovala. Zamisao o osnivanju takove zadruge vukla se godinama najprije među radnicima, a onda se toj ideji priključiše i činovnici.

Limena glazba *Elektre* »Braća Kavurić«

Zadruga je osnovana 27. 10. 1933. Upravu su sačinjavali: Maksimiljan Prica, Franjo Klarić, Stjepan Kavurić, Ilija Jurković, Krešimir Jelin, Franjo Bošćak, Zvonimir Jelaska, Matija Filetin, Franjo Ferenčak, Franjo Leicher, Baltazar Sisek i Vinko Potrč, a nadzorni odbor: Simon Penzeš, Zdravko Petrik, Ivan Bertol, Zvonko Svjetličić i Stjepan Punčec. Predsjednikom zadruge izabran je Makso Prica, činovnik, a potpredsjednikom Franjo Klarić, radnik, i jedan i drugi odlični organizatori i svjesni zadrugari.

Godine 1939. osnovana je i *Zadruga za izgradnju kuća i kupnju zemljišta namještenika gradskih poduzeća u Zagrebu.* Koncem 1940. zadruga je brojila 125 zadrugara, od čega iz redova GEC 87. Na čelu zadruge bio je Prica kao predsjednik i Jelin kao potpredsjednik, dok su odbor sačinjavali: Bunčić, Ermacora, Mayerhold, Manoga i Stjepan Miličić. Zadruga je lijepo poslovala, pa je već 1940. raspolagala sa 84 parcele u Stenjevcu. I ovu je lijepu zamisao, po kojoj bi u roku od 7 do 10 godina preko 120 radničkih i namještеničkih obitelji bilo steklo vlastitu kućicu u svom naselju, rat omeo.

Jedno od najpoznatijih kulturno-umjetničkih društava ne samo u gradu Zagrebu, nego i u čitavoj Hrvatskoj je svakako Glazba GEC, odnosno danas — Limena glazba ELEKTRE *Braća Kavurić.*

Osnovana u travnju 1932. ta se je glazba intenzivnim vježbama i marljivim radom svojih članova dovinula do takove umjetničke visine, da je danas općenito smatrana najboljom amaterskom glazbom ne samo u Hrvatskoj, nego i u Jugoslaviji.

Glazbu su osnovali sami radnici, pa su oni sačinjavali i prvi upravni odbor i redovito članstvo. Kasnije su u glazbu pristupili i činovnici i članovi uprave, isprva kao podupirajući, a zatim i kao aktivni članovi.

Prvi predsjednik bio je strojar Josip Baumruk (prvi privremeni predsjednik bio je inkasator Ivan Vučetić), koji je bio i prvi kapelnik. Glazba je tokom svojih 25 godina opstanka prošla mnoge peripetije, jer je kao gradska glazba, naročito za vrijeme diktature, trebala igrati ulogu neke režimske gradske muzičke ekspoziture, što međutim nije uspjelo provesti.

Iza rata, glazba je ponovno proradila već 15. svibnja 1945. i od onda se razvila kao nikada prije, dobivši materijalnu podlogu hiljada i hiljada podupirajućih članova, jer se je cjelokupno članstvo sindikalne podružnice *ELEKTRE* obvezalo da svaki član sindikata bude ujedno i član glazbe.

Danas glazba broji 41 člana muzičara, a od 1941. do danas vodi ju kapelnik Viktor Quinz. (Prije Quinza bili su kapelnici: Josip Baumruk, Ante Marinković, Stanko Kroupa i Stjepan Premužić).

Posljednjih godina djeluje u poduzeću Elektra i mandolinističko-gitaristički orkestar, koji je također nastupio već nekoliko puta s lijepim uspjehom.

Ni *sportski* život nije u elektroprivredi Zagreba bio zanemarivan. Već su 1932. a možda i nešto prije, imali »munjaraši« svoj nogometni klub. U Zagrebu je, općenito, nogomet bio najpopularniji sport, pa je tako i među osobljem Gradske električne centrale imao velik broj simpatizera, pa i igrača.

Isprva su ti igrači, unutar poduzeća priređivali nogometne utakmice između odjela i odjela, a zatim su odigravane utakmice i s drugim klubovima. Godine 1933. fuzionirao se nogometni klub *GEC* sa zagrebačkim klubom *ŠPARTA*, te se od tada zove *Hrvatski sportski klub Gradske električne centrale ŠPARTA.* Na konstituirajućoj skupštini održanoj 30. siječnja 1933. izabran je za predsjednika kluba ravnatelj GEC, ing. Visković, koji je i inače podupirao svaku inicijativu, bila ona sportska ili kulturna, svojih radnika i namještenika.

Članovi su kluba bili vrlo aktivni i uspjeli su — naravno uz pomoć uprave — dobrovoljnim radovima izgraditi igralište za nogomet. Na igralištu je sagrađena klupska kuća s kabinama i kupaonama s toplom vodom, sa stanom čuvara za nogometnu sekciju kao i teniska kuća na teniskom igralištu. Klub je imao izvrsnu teško-atletsku sekciju hrvača i boksača, kuglašku sekciju, tenis sekciju, ping-pong sekciju, te plivačku sekciju.

SK GEC *Sparta* 1932.
S lijeva na desno: Juričević, Dabić, Zaković, Gobec, Korošec, Suzak, Killer, Koman, Mršić, Smrkić, D. Kovačević, Pavelić.

Najznačajnija je bila ipak nogometna sekcija, u kojoj su se tko dulje tko kraće vrijeme izredali najprominentniji nogometni igrači države. Tako su kroz *Špartu* prošli Hitrec, nogometaš svjetskog kalibra, pa Belošević, Jazbec, Lešnik, Urh, Wölfl i drugi, koji su kasni-

je sačinjavali državnu reprezentanciju. Svi su oni, uostalom, bili namještenici Gradske munjare i vrlo dobri i savjesni službenici.

Lijepa tradicija društvenog života nije jenjala ni do danas. Glazba GEC, koja se danas naziva — kako smo to već spomenuli imenom Braće Kavurića radi i danas s velikim uspjehom, nastupajući ne samo u Zagrebu i u ostalim krajevima države, nego i u inozemstvu (u Beču 1953, a upravo se ovih dana vratila sa međunarodnog natjecanja u Holandiji, gdje je dobila zlatnu medalju i proglašena između 700 natjecatelja iz čitavog svijeta najboljom amaterskom glazbom).

Klub Šparta djeluje i danas kao Klub elektroprivrednih poduzeća, a u poduzeću djeluju i danas šah-sekcije, ping-pong sekcija, planinari, blagajna uzajamne pomoći (s godišnjim prometom od preko 6 mil. dinara).

Briga za radnika jedna je od osnovnih briga kako organa samoupravljanja tako i samog kolektiva. Poduzeće *ELEKTRA* ima danas vlastitu zubarsku ambulantu i ambulantu opće prakse, poduzeće ima lijepu stručnu knjižnicu, a sindikat beletrističku. Ima vlastitu kinodvoranu, gdje su se nekad prikazivali zabavni i poučni filmovi, diletantska grupa održavala je u njoj svoje priredbe i nastupe, a kulturno-prosvjetna sekcija sindikata stručne tečajeve i predavanja (tečaj za kvalifikaciju nekvalificiranih radnika, šoferski tečaj, jezici, tečaj za ekonomsko-politička pitanja i t. d.).

Ništa manja djelatnost vrši se na polju brige za radnika i u ostalim elektroprivrednim poduzećima (Elektrana, Zajednica, Elektroprenos, Dalekovod,) koja su se razvila iz nekadašnje GEC.

Ta se djelatnost, međutim, danas vrši putem sindikalnih organizacija u pojedinim poduzećima. Obuhvatiti društveni život u svim tim poduzećima značilo bi daleko prijeći okvir ovoga članka.

Zaključak

Nekadašnja Gradska električna centrala doživjela je nakon 1945. velike i značajne organizacione promjene. Bivše Državno, kasnije Banovinsko, pa ponovno Državno električno poduzeće spojeno je 1945. sa zagrebačkom Gradskom električnom centralom, zatim je došlo do osnivanja ELPOH-a, Elpohdir-a i Elpohfil-a, Upel-a, Minel-a, Elektrozapada, Generalne direkcije elektroprivrede, pa Glavne direkcije, Uprave sistema, Zajednice, pa poduzeća Dalekovoda, Elektroprojekta, Elektroopskrbe, Elektrosonda, Braće Kavurića, Elektre i Elektrane.

Stručno radništvo i namještenštvo, tehničko, komercijalno i administrativno raspršilo se po svim tim poduzećima, tvoreći u svakome od njih jezgru stručnoga kadra, koja je okupljala oko sebe nove proizvodne snage, stvarala nova poduzeća i nove oblike rada.

Danas više nema tarifnih pokreta, nema političkih smjerova i borba s poslodavcima. Današnja društvena stvarnost iz temelja je izmijenila društvene odnose, jer ima druge ciljeve i druge metode, koje nam svakog dana otkrivaju nove rezultate, nove perspektive neslućenih mogućnosti.

REVOLUCIONARNI RAD U BIVŠOJ GRADSKOJ ELEKTRIČNOJ CENTRALI

Gjuro Mlinarić

Revolucionarni rad u bivšoj Gradskoj električnoj centrali odvijao se za vrijeme stare Jugoslavije pod okriljem dviju organizacija: *URS-a* i *SBOTIČ-a*. Napredni radnici, komunisti i socijalisti, okupljali su se u *URS-u*, a napredni službenici u *SBOTIČ-u*. Tim dvjema naprednim organizacijama stajale su nasuprot nacionalističke organizacije *HRS* i *SHPN-a*.[1])

Za vrijeme okupacije napredni su drugovi radili konspirativno, usko povezani s drugovima koji su prešli u ilegalstvo.

Neposredno prije okupacije naš se je rad sastojao uglavnom na izgrađivanju svakog pojedinog radnika, na zbijanju naprednih snaga, a od početka rata u Španiji na prikupljanju pomoći za španjolske dobrovoljce. Dolaskom okupatora nekadašnja pomoć za španjolske dobrovoljce služila je kao legitimacija zrelosti i simpatija za narodno-oslobodilačku borbu, te se je nastavila kao pomoć za *NOB*.

Podaci o ilegalnom radu nisu nigdje zabilježeni, pa sam se zato morao ograničiti na iznašanje zapamćenja pojedinih preživjelih drugova. Možda je i bolje tako, jer su na taj način podaci izneseni življe i neposrednije.

*

LJUBICA ŠAGI-DOBRINIĆ:

Godine 1924. izborili su radnici i namještenici *GEC* svoje statute, koji su bili neobično povoljni. Statutom radnika, pored za ono vrijeme visokih plaća, bilo je zajamčeno radnicima 17, a namještenicima 13 plaća godišnje.

Statut je jamčio svakom radniku i namješteniku nakon tri godine definitivu, što je značilo da može biti otpušten jedino zbog teškog sukoba sa zakonom, osude suda radi krađe, političkih delikata ili sličnih težih čina.

Statut je u ono vrijeme bio na visini u svim svojim postavkama. Tek se kasnije, razvitkom Električne centrale pokazalo da statut u stvari vrijedi samo za nekolicinu, jer je ograničavao broj mjesta za stjecanje definitive. Statutom je bilo predviđeno svega 196 mjesta, a kako se elektrana naglo širila broj radne snage se danomice povećavao. Razlika u plaćama definitivnih i onih koji, radi pomanjkanja mjesta, nisu mogli biti obuhvaćeni definitivom bila je vrlo velika.

URS = Ujedinjeni radnički sindikati
SBOTIČ = Savez bankovnih, obrtničkih, trgovačkih i industrijskih činovnika
HRS = Hrvatski radnički savez
SHPN = Savez hrvatskih privatnih namještenika

Razni pokušaji, da se radnici i namještenici organiziraju razbijali su se upravo na tom momentu, što su jedni bili vrlo dobro plaćeni t. j. definitivni, pa njima nije bila interesantna borba onih, koji nisu imali definitive i bili zato slabije plaćeni. Oni bez definitive su se ipak uvijek nadali da će preporukom kojeg od gradskih otaca dobiti definitivu i zato nisu htjeli da se zamjere, pa ih je bilo vrlo teško organizirati i povesti u borbu.

Plaće nedefinitivnih namještenika kretale su se u to vrijeme od 800 do 1500, a definitivnih od 2500 do 4000 dinara mjesečno.

Takova situacija godine 1932. bila je zrela za okupljanje radnika i namještenika u sindikate. U *SBOTIČ* ulaze kao članovi drugovi *Grković, Škorić* i *Samardžić*, Ja sam bila zadužena za okupljanje ljudi u sindikat. Propagandom i uvjeravanjem uspjela sam okupiti 50 članova, što je u prvi mah značilo vrlo mnogo.

Baveći se tim radom i u neposrednom kontaktu s namještenicima mogla se ocijeniti situacija, gdje se može prići i pokušati s organizacijom *KP*. Drug *Stjepan Kavurić* pokazao se zato najpogodniji pa je predložen za člana *KP*.

Godine 1933. organizirala se ćelija: drugovi *Zaić* i *Martinović* iz Gradske plinare i *Kavurić* i *Dobrinić* iz *GEC*. Ćelija radi na prikupljanju članova u sindikat, na raspačavanju ilegalnog materijala, na sakupljanju pripomoći za nezaposlene i za Crvenu pomoć. Radi sakupljanja Crvene pomoći drug *Stj. Kavurić* dolazi u zatvor, ali biva uskoro pušten. Kao član dolazi *Zvonko Svjetličić*.

Stjepan Kavurić

Rad se nastavlja na prikupljanju simpatizera. Dolazi do biranja radničkih povjerenika. Drug *Kavurić* biva izabran i organizira komisiju za izmjenu, dopunu i proširenje statuta.

Godine 1935. dolazi do niza štrajkova u zemlji. Situacija je sve teža, što daje partijskoj ćeliji maha za rad. Ja sam zadužena za propagandu i za sakupljanje dobrovoljnih priloga za štrajkaše, za španjolske borce i za Crvenu pomoć, koja se tada pretvara u Narodnu pomoć. *Stjepan Kavurić* zadužen je za rad među radničkim povjerenicima putem sindikata.

Prvi u davanju Crvene, kasnije Narodne pomoći, bili su: *Marijana Orlić, Bruno Monti, Fanika Trnjar, Branko Čubelić, Krešo Radošević, Josip Sumić, Boris Urbančić, Kovač, Marko Miličić, Đuro Mileusnić, Pezelj, Halužan i Hus*, a kasnije prilazi 39 inkasatora. Kod njih je za sakupljanje bio zadužen drugo *Erkolano Dojmi*.

Godine 1935. na jesen dolazi do provale, ali se rad unatoč tome nastavlja. Velik broj drugova sakriva se pred policijom. Provaljene su i javke u Beču i u Sloveniji. Povodom Halabarčevog ispada uapšeni su u januaru 1936. *Zvonko Svjetličić* i *Stj. Kavurić*, a u februaru i ja. Unatoč mučenja na policiji nisu dana priznanja. Svi su predani sudu za zaštitu države. *Svjetličić* je bio suđen u Beogradu, a *Kavurić* i *Dobrinić* u Zagrebu. *Svjetličić* dobiva 5 godina robije, mi u Zagrebu smo riješeni. Još u policijskom zatvoru dobila sam dekret o penzioniranju na godinu dana. Godine 1937. vraćam se ponovno u *GEC* i nastavljam sa *Stjepanom Kavurićem* rad.

Godine 1938. organizira se po direktivi partije politička formacija: *Stranka radnog naroda*. Na sve se strane radi, prikupljaju simpatizeri, izdaju novine, raspačava ilegalna štampa, stvaraju odbori Stranke radnog naroda.

U prosincu 1939. poapšena je grupa od 50 nas. Iz *GEC* uapšeni smo *Stjepan Kavurić* i ja. Čitava grupa stupa u štrajk glađu. Devet dana nitko ne uzima hranu. Nakon devet dana štrajka glađu njih 20 pušteno je na slobodu, a ostali su otpremljeni u koncentracioni logor u Lepoglavu, među njima i *Stjepan Kavurić*.

Godine 1940. nalet fašizma na istočnu Evropu pokazuje da će za kratko vrijeme doprijeti i do nas. Pokušaji radnih masa, da djeluju na vladu i sklonu je na savez sa SSSR razbijaju se. Dolazi do velikih demonstracija, padaju parole protiv fašizma, protiv rata, za bolji život.

Drug *Kavurić* stavljen je pod disciplinsku istragu, jer da s obzirom na česta zatvaranja šteti poduzeće. U zaštitu ga uzimaju svi namještenici i *SBOTIČ-a* i *SHPN-a*. Osuđen je na isključenje od promaknuća u službi. Sve te zastrašujuće mjere ne koriste. U jesen 1940. vrši se akcija za potpisivanje rezolucije kojom se traži savez sa SSSR. Drug *Kavurić* skuplja potpise. Biva uapšen i kažnjen sa mjesec dana zatvora. Prema statutu gubi namještenje. Drugovi *Dojmi, Matković, Sumić* i *Janković* bivaju također uapšeni, ali su pušteni. Međutim drugovi *Sumić* i *Janković* dobivaju otkaz.

U prosincu je zabranjen rad *URS-u* i *SBOTIČ-u*, ali se rad nastavlja. Komunisti rade, prikupljaju Narodnu pomoć, dijele letke, raspačava se ilegalan materijal, prikupljaju se simpatizeri, organizira se kružok. Rukovodilac kružoka je *Ljubica Dobrinić*, a grupu sačinjavaju *Marjana Orlić, Krešo Radošević, Erkolano Dojmi, Jakov Matković* i *Ivan Devčić*.

U siječnju 1941. završava robija *Zvonka Svjetličića*. Na policiji traže da potpiše obavezu da se ne će baviti političkim radom, što on odbija, pa je otpremljen u koncentracioni logor u Lepoglavu.

Još godine 1939. partijska se ćelija u poduzeću povećala. Primljeni su novi članovi. Ćelije se dijele. U jednoj ćeliji bio je *Gluhak, Hure, Bornemisa, Hamer, Janković* i *Lj. Dobrinić* (Janković je 1940. dobrovoljno izašao iz ćelije) Sekretar ćelije bio je *Marko Miličić*. U drugoj ćeliji bili su *Stjepan Kavurić, Boris Urbančić*, sekretar *Martinović, Zaić* i još neki za koje ne znam, jer radi konspiracije jedna ćelija nije znala za drugu.

A sada donosim još i kratak prikaz pojedniih drugova: Stjepan Kavurić. U partiju ulazi vrlo mlad. Radi predano i s mnogo požrtvovanja. Iako je sam imao definitivu, pa je njegova ekonomska situacija bila dobra, on se predano bori za male ljude. Ni zatvori ni otpuštanje ni bilo kakav pritisak ne mogu ga skrenuti s borbenog puta. Dobar govornik, bliz svakome predobiva masu. U njemu je bilo mnogo to-

ploga i ljudskoga, pa su ga svi voljeli. Prolazi kroz logore: Lepoglava, Gospić, Jastrebarsko, Koprivnica, Jasenovac, Stara Gradiška. 5. VII. osuđen je zajedno s grupom od 47 drugova na smrt od gladi. 8. VII. 1942. grupa od 30 zatočenika pokušava bijeg, koji je, izgleda, bio provociran. Stjepan je još u samom dvorištu pri bijegu ubijen nožem.

Marko Miličić, elektromonter, ulazi u partiju 1938. Partija mu je iznad svega. Rijetko dobar drug i revolucionar. Uskoro postaje sekretar jedne od dviju ćelija *GEC*. Radi vrlo mnogo naročito na svom uzdizanju. Ustrijeljen je na ulici (u Ulici 8. maja) od ustaških agenata 1944. g.

Marko Miličić

Albert Halužan

Albert Halužan, mlad električarski radnik, vrlo se često ističe u raznim pokretima, koje organiziraju *URS* i *SBOTIČ*. Postao član partije 1941.

Zvonko Svjetličić, revolucionar, izbjeglica Istranin, požrtvovan i vrlo dobar drug. Mnogo proganjan od policije. Uapšen 1936., osuđen na 5 godina robije. Prigodom hapšenja toliko je premlaćen, naročito po glavi, da su mu ostale teške povrede trajne naravi. 1941. pušten. Unatoč bolesti odbija da potpiše izjavu, da se ne će baviti političkim radom. Otpremljen u logor Lepoglavu, zatim Gospić, Jastrebarsko, Koprivnicu, Jasenovac, Staru Gradišku. 17. III. 1942. u prvoj grupi osuđen na smrt glađu, umire u najtežim mukama nakon 37 dana patnje.

Ljubica Dobrinić. Od 1925. pomaže partiju davanjem stana i sklanjanjem materijala. 1932. primljena u partiju. Primaju je *Gorkić* i *August Cesarec*. Zadužena za partijsku tehniku, t. j. za ilegalan materijal, koji se štampa u Beču i prenosi u Jugoslaviju. Radi na prikupljanju pomoći i na propagandi. Delegat u *URS*-ovim sindikatima, član odbora Stranke radnoga naroda. Hapšena 1929, 1935, 1937, 1938, 1940 i 31. II. 1941.

Odvedena u Lepoglavu, Gospić, Jastrebarsko, Koprivnicu, Jasenovac, Staru Gradišku. 23. II. 1942. puštena, nakon čega odlazi u partizane.

IVAN DEVČIĆ, ERKOLANO DOIMI, JAKOV MATKOVIĆ:

Oko godine 1932. radnici *GEC* bili su uglavnom učlanjeni u *URS-u*. Predstavnici naših radnika u URS-u bili su tada *Mihaljević, Jelin i Šiletić*. Glavna borba vodila se tada za poboljšanje uslova rada sezonskih radnika. To su bili radnici koji su bili uzimani na posao samo na stanovito vrijeme za stanovite radove i nešto prije nego što bi završili godinu dana, uprava bi ih otpustila, jer bi inače bili morali postati stalnim radnicima, a ti su po statutu imali znatne pogodnosti. U to vrijeme dolazi među nas drug *Stjepan Kavurić*. Na njegovu inicijativu napredni službenici prešli su u *SBOTIČ*. U *SBOTIČ-u* su nam održavani kursevi. Kurs političke ekonomije, gdje su nam predavanja držali drugovi dr. *Leo Geršković, dr. Jerko Radmilović* i *dr. Vernić*, pohađali smo: *Devčić, Matković, Sumić, Weidner, Radošević* i *Janković*.

Društveni život i kulturni rad sastojao se uglavnom od zajedničkih izleta na Sljeme, gdje se dogovaralo i raspravljalo o političkoj situaciji.

Godine 1940. neposredno pred sam rat, naš je rad postao življi. Sastavili smo rezoluciju za Mačeka i Šubašića tražeći raspuštanje koncentracionih logora, koji su bili uvedeni. Sakupili smo preko 200 potpisa naših radnika i službenika. Međutim smo već sutradan *Dojmi, Kavurić* i *Sumić* uapšeni.

Dolaskom okupatora naš je rad bio veoma otežan, ali nije prestao. Uapšeni su *Kavurić, Šagi-Dobrinićka* i *Janković*. *Marijana Orlić* je kao pravoslavka otpuštena, *Mileusnić* i *Gluhak* su otišli u Gorski Kotar. *Dojmi* je otpušten iz poduzeća, a kako je trebao biti uapšen bježi iz Zagreba. Ostaju *Weidner, Tenčić, Matković* i *Devčić*. Rad se nastavlja do 1943., kada je *Matković* ponovno uapšen, ali mu uspijeva pobjeći iz zatvora u *NOV*, gdje se sastaje s drugovima *Tenčićem i Žnidarićem*. Ostaje još drug *Devčić*. U srpnju 1943. hapse *Doimievu* drugaricu i odvode je u Jasenovac, gdje pogiba. Godine 1944. uapšena je i drugarica *Matkovićeva*, ali se baca iz IV. kata i počinja samoubijstvo. Te godine pogibaju i drugovi *Miličić, Božidar Zaković* i *Weidner*. Drug *Hure* poginuo je ustrijeljen pred zgradom Okružnog ureda još 1941., a drug *Halužan* godine 1942.

Godine 1944. povezuju se drugovi *Mika Novosel, Tomo Tisaj, Makso Prica* i *Ante Karađole*. Konačno odlaze na oslobođeni teritorij i drug *Karađole* i *Devčić*. Sva je ta naša grupa djelovala uglavnom u okviru t. zv. upravne zgrade u Gundulićevoj ulici, dočim je grupa iz Elektrane u Zagorskoj ulici bila međusobno povezana putem druga ing. *Zvonka Kavurića*.

MATO RUS:

Moja se sjećanja odnose uglavnom na druga ing. *Zvonka Kavurića*, koji je bio moj neposredni pretpostavljeni kao šef građevne sekcije u koju je spadala i moja stolarska radionica.

U elektrani je bila formirana grupa u kojoj su bili ing. *Zvonko Kavurić, Mate Rus* i *Pavao Bezuh*.

Odmah po okupaciji *Kavurić* me pozvao u svoju kuću, da mu tobože ostružem stepenice, a zapravo, da izradim sklonište, u koje bi se imao skloniti u slučaju upada policije u kuću. Sklonište je bilo načinjeno tako, da ga se nije moglo nikako pronaći. I zaista, kad su po hapšenju *Kavurićevu* u njegovoj kući nastanjeni Gestapovci, nisu uspjeli pronaći sklonište.

Da je *Kavurić* bio u trajnoj opasnosti već od 1941. g. znali smo svi. Kad smo naime *Bornemisa* i ja jednom zgodom pretraživali ormar u kancelariji šefa istovara ugljena našli smo popis 10-torice, koji su u slučaju bilo kakvog akta sabotaže imali biti uzeti kao taoci. Tu su bili navedeni: *ing. Zvonko Kavurić, ing. Ivo Tužinski, Matija Šiletić, Vlado Bornemisa, Ignac Sojak, Mato Ivanković, Mato Rus, Đuro Mlinarić, Benjamin Radeljević* i *Franjo Poredski.*

Godine 1942. pod jesen došli su na portu agenti i tražili *Kavurića.* Ja sam odmah otišao njegovom šurjaku zubaru Osvaldu u Klaićevoj ulici i upozorio ga, da obavijesti Kavurića. I zaista je on odmah poslao k njemu ženu. Međutim on je ipak bio uapšen, no za kratko je vrijeme bio pušten.

Ing. Zvonko Kavurić

Godine 1944. išao je *Kavurić* na sastanak na Trešnjevku i tu je pao u klopku. Zatvoren je i potpuno izmrcvaren tako da je prenesen u bolnicu na Rebru sa slomljenom ključnom kosti. Moja je sestra bila tamo bolničarka, pa mi je poručivala da se on osjeća dosta sigurnim. Međutim, kad je mislio da je najsigurniji, upali su Nijemci u bolnicu i naredili da ga se odvede i objesi, navodno za odmazdu zbog pogibije nekog njemačkog generala...

STJEPAN ŠERCL:

U elektranu stupio sam kao radnik u studenom 1937. Prema pričanju starih radnika, radnici su bili razvrstani u nekoliko grupa u pogledu svojeg službenog odnosa i stalnosti zaposlenja, tako da ih je vrlo teško bilo složiti i pokrenuti u jedinstvene ekonomske akcije. Najstariji radnici bili su oni sa t. zv. 17 godišnjih plaća prema starom statutu, druga grupa bili su definitivni radnici sa 13 godišnjih plaća, treća skupina bili su nekolicina visokokvalificiranih radnika u činovničkom statutu, četvrta skupina bili su privremeni radnici sa preko godinu dana staža, a peta skupina bili su sezonski radnici. Svaka je ta skupina imala svoj posebni sistem plaća i naturalnih beneficija, bez obzira na radno mjesto, odgovornost, težinu i uslove rada. Najteže su prolazili sezonski radnici, koji su, da ne bi stekli uslove za »privremenost«, bili bezbroj puta otpuštani u kratkim vremenskim razmacima, s tim da većina od njih automatski nastupi posao u idućoj nedjelji ili s tim, da im se radni staž počinje iznova računati. U političkom pogledu režimske stranke u vrijeme šestojanuarske diktature sve do izbora 1935., kada je oživila aktivnost udružene opozicije, vršen je masovni pritisak na radništvo za učlanjenje u *JNS*, a kasnije za vrijeme Stojadinovića do 1938. učlanjenje u *JRZ.* Od strane t. zv. Banovine Hrvatske i ulaska Mačeka u vladu vršen je isto tako pritisak za učlanjenje u *HSS.*

Za sve to vrijeme, režimske partije, kao *JNS, JRZ* i *HSS* uvlačile su u pogon svaka po nekoliko svojih korteša, koji su mahom dolazili na izmišljena radna mjesta bez ikakve potrebe za radnom snagom. Uza sve te okolnosti i pritisak, napredni elementi okupljali su se u svojim sindikalnim i političkim organizacijama, radnici u *URS-u,* a službenici u *SBOTIČ-u* i pored toga što je veliki dio radnika i službenika, više iz straha i zaostalosti bio učlanjen u *HRS* i *SHPN-u,* no među tima je bio velik dio naših simpatizera. Napredni elementi su, osim toga, razvijali vrlo intenzivnu aktivnost rada raznih društvenih organizacija kao što su: kasa uzajamne pomoći, limena glazba, esperantsko društvo, sportsko društvo *Šparta,* planinarsko društvo *Prijatelj prirode i dr.* Članovi komunističke partije i simpatizeri su kroz te organizacije i forme, a napose preko *URS-a* i polulegalne *Stranke radnog naroda* razvijali intenzivnu političku djelatnost, tumačili krupnija međunarodna politička zbivanja, napose nakon dolaska fašizma na vlast u Njemačkoj i početka građanskog rata u Španiji. Za vrijeme građanskog rata u Španiji, među radništvom simpatizeri KP i napredni drugovi prikupljali su *Crvenu pomoć* u novcu. U tim godinama radnički život je obilovao mnogim i neprekidnim štrajkovima za bolje ekonomske uslove života. Većina radnika elektrane u Zagorskoj ulici podržavala je te borbene radničke akcije i vrlo često su na dan tjedne isplate u petak na našoj porti stajali članovi štrajkaškog odbora raznih poduzeća u Zagrebu i prikupljali novčane priloge, čemu su se naši radnici masovno odazivali. Godine 1938.—1939., kada je opasnost fašizma već bila na pragu naše zemlje, a kompromis između *HSS* i *JRZ* na pomolu i kada su se već javljali vidni znaci u pravcu fašizacije zemlje naoružana je »zaštita« i desetak njenih pripadnika među radnicima elektrane, dolazila sa oružjem na posao i prijetila radnicima, koji nisu odobravali politiku Mačeka i Cvetkovića.

Unatoč svim tim mjerama, radnici su se masovno odazivali političkim akcijama, koje je organizirala Komunistička partija, kao što su velike demonstracije u prosincu 1939. i demonstracija 1. svibnja 1940. Tada je komunistička partija pod vodstvom svog novog generalnog sekretara CK druga Tita i svojom pravilnom politikom snažno zatalasala radne mase u burnim danima početka drugog svjetskog rata.

Još 1940. Mačekova vlast izvršila je surov nalet na napredne radničke organizacije i otpočela nemilosrdan progon naprednih elemenata. Tako je odmah nakon sporazuma Cvetković—Maček otpuštena jedna grupa naprednih radnika, a u času njemačke okupacije i dolaska ustaša na vlast, otpušten je veliki broj naprednih radnika iz elektrane, od kojih je veći dio bio i uhapšen. Ja sam uklonjen iz pogona sa *Julijem Bišćanom* u jesen 1942. g. Među otpuštenima godine 1941. bili su i tada jedini članovi partije iz ovog pogona drugovi Ivo *Hure* i Vlado *Bornemisa.* Oni su se po nalogu partije povukli u ilegalstvo i preko mene i druga Zvonimira *Strmac* održavali vezu sa simpatizerima partije u pogonu. Na taj način se je u pogonu prenosila ilegalna štampa i političke informacije, te se i dalje rukovodilo organiziranim radom i političkim pripremama za otpor okupatoru.

Naoružani članovi »zaštite« svi su prešli u ustaške formacije i dolazili redovno naoružani na posao. Osim toga ustaška policija provodila je izvanredne mjere osiguranja u pogonu. Na porti je bila danju i noću

ustaška služba nadzora, koja je pretresala svakog koji bi ulazio i izlazio iz pogona. Te mjere su za vrijeme okupacije zemlje neprekidno rasle i pod konac rata je u strojarnici i kotlovnici postojao samo jedan ulaz na koji su smjela ući samo određena lica. Na tim vratima strojarnice stajao je danju i noću ustaški agent. Radnici su masovno negodovali, radili sa manjim efektom, koristili sve mogućnosti da se izvuku sa posla, da bi efekat rada bio što manji. Jednom prilikom došlo je i do jedne pobune zbog teških uslova ishrane. Tim povodom na lice mjesta došao je ustaški gradonačelnik Werner i radnicima obećao povišenje sljedovanja za ishranu. Unatoč svih tih okolnosti, kroz čitavo vrijeme okupacije pored pritiska i terora odvijao se čas intenzivnije, čas slabije ilegalni rad, koji se odnosio naročito na prenošenje političkih informacija o razvoju ustanka iz *NOB-a*, razvoju na svjetskim frontovima protiv fašističkih armija, prikupljanju pomoći za obitelji uhapšenih i ubijenih antifašista.

Iz redova radnika, fašisti su još 1941., u jesen, na ulici ubili strojobravara naše elektro-radionice druga Ivana *Hure*, člana KP, i streljali druga Matiju *Šiletića*, Ernesta *Kolenca*, a u logoru umorili druga Vladu *Bornemisa* i Ignaca *Sojaka*.

U decembru 1942. odveo sam osobno na oslobođeni teritorij u Baniju našeg poslovođu elektroradionice, druga Julija *Bišćana* i predao ga štabu VII. Banijske brigade. On je na povratku iz V. ofenzive u 1943. u Zelengori umro od tifusa.

Za vrijeme okupacije otišlo je u *NOB* niz drugova iz redova onih koji su otpušteni 1941., kao i onih, koji su išli izravno sa radnog mjesta.

Pod konac okupacije u 1944. i 1945. godini postojao je u pogonu čvrsto organizirani ilegalni *Narodno-oslobodilački odbor*, koji je u dane pred oslobođenje organizirano i oboružano obranio centralu, međutim ja ove događaje nisam doživio.

GJURO MLINARIĆ:

Pri koncu članka, da još nadopunim izlaganja pojedinih drugova. Moja veza bio je drug *Krovinović*. Od njega sam dobivao upute i materijale. Inače sam, kao i ostali drugovi u elektrani, bio u neposrednom kontanktu s drugom *Zvonkom Kavurićem*.

Jednoga dana, godine 1943., dok sam vršio službu kod T 1, naiđe drug Zvonko. Govorili smo o Staljingradu i o uništavanjima, koja vrše Nijemci pri povlačenju. Tom sam zgodom napomenuo drugu *Kavuriću*, kako bi bilo dobro, da mi osiguramo naš najbolji agregat T 1 od 16 MW, pa da ga eventualno i zazidamo, da nam ga Nijemci prigodom svog skorog povlačenja — kako smo predviđali — ne unište. Drug Zvonko je ideju odmah prihvatio, ali je trebalo naći neku motivaciju. Dogovorili smo se da se predloži upravi dobro obrazložena predstavka: turbinu treba osigurati protiv angloameričkih bombardiranja.

Tako je i urađeno. Uprava se saglasila i mi smo turbinu 1 opasali i natkrili armirano-betonskim zidom 70 cm debelim s vrlo strmim krovom. Ostavili smo samo mali otvor za kontrolu. Na taj je način bila izbačena iz stroja i dobro osigurana, sačuvana jedna krupna jedinica, koja je — nakon oslobođenja, kada je za obnovu zemlje bila najpotrebnija — punom snagom proradila.

Par dana prije oslobođenja stigao je u centralu preko druga Krovinovića jedan drug borac, da vidi kako smo organizirali obranu za slučaj pokušaja Nijemaca, da nam elektranu prigodom povlačenja unište. Mi smo imali 70 pušaka, nekoliko sanduka municije, jedan austrijski mitraljez s vodenim hlađenjem, sanduk sa 260 bombi, jedan engleski šmajser i dosta pištolja. Mitraljez je bio na platou nad kotlovnicom, a po bunkerima su bili smješteni ljudi s barem po jednim drugom, koji je znao što mu je zadatak.

Uspjelo nam je uvjeriti sve radništvo, kako je potrebno boriti se da nam Nijemci pri povlačenju ne dignu u zrak centralu i kako će samo onaj imati pravo, da ostane i nadalje na radu u elektrani, koji se bude za nju borio. Pojedinac se time iskupljuje, ako je možda nešto za okupacije i pogriješio. Uostalom bilo je još samo pitanje dana, kada će *JNA* ući u Zagreb.

Posljednja tri dana i tri noći bili smo svi u centrali na svojim mjestima, pratili pomoću izvidnica povlačenje Nijemaca, koji uslijed brzine nadolaženja naše armije nisu imali vremena doći k nama ili su mislili, da su već partizani u elektrani, budući da je električar *Bergman*, izvjesio na istočni dimnjak crvenu zastavu, koju se iz grada dobro vidjelo.

Treću noć oko 4 sata ujutro stigli su od Save partizani i preuzeli stražu u bunkerima i u centrali.

*

Po oslobođenju naše je ljude zahvatio neviđeni elan i kompresor sa više zračnih čekića radio je dan i noć, dok nismo turbinu I oslobodili iz armirano-betonskog zagrljaja. Od *GNO-a* je nabavljena hrana i ljudi su jeli u centrali i dalje radili.

Formirana je sindikalna organizacija, kojoj sam bio prvi predsjednik, a kulturno-prosvjetni rad je počeo velikim zamahom. Formiran je pjevački zbor od 60 ljudi, kupljeni su instrumenti za 26 glazbenika, osnovana je gitarističko-mandolinistička sekcija i t. d., i t. d.

No to nije više bio konspirativan revolucionarni rad... Revolucionaran, doduše, još uvijek, ali u jednom sasvim drugom duhu...

DJELATNOST SINDIKATA U PODUZEĆIMA NAKON OSLOBOĐENJA

Tomo Tisaj

Socijalno-politički i kulturno-prosvjetni rad, koji se je do 1941. u Gradskoj električnoj centrali razvijao u okviru radničkih i namještenickih organizacija, te kulturno-umjetničkih, glazbenih i sportskih društava, od 1941. do 1945. zamro je potpunoma.

Glazba GEC, ta najznačajnija emanacija kulturno-umjetničkog iživljavanja radnika i službenika električne centrale, pozvana je bila odmah 1941., da se uklopi u bojnu GRIČ, ali je članstvo to kategorički odbilo. Iza toga se počelo nagovarati pojedince, da stupe kao glazbenici u tu bojnu, no i taj je pokušaj doživio neuspjeh. Od 40 glazbenika samo su trojica u prvi mah bila dala svoj pristanak, da ga kasnije i oni povuku.

Iza toga je nastalo posvemašnje mrtvilo. Glazba je još par puta, hoćeš — ne ćeš, nastupila, a iza toga je obustavila svaki rad pod izlikom, da joj je uslijed ratnih prilika i iznimnog stanja nemoguće sakupiti dovoljan broj glazbenika za nastup. Nastupilo se tek tu i tamo u nekompletnom sastavu, na sprovodu kakvoga druga. Upravni se odbor nije više ni sastajao, a godišnje se skupštine nisu uopće održavale.

Isti je slučaj bio i sa sportskim društvom ŠPARTA i njenim sekcijama.

Međutim je već prvih dana, nakon oslobođenja grada u radničkim i namještenickim redovima gradskih poduzeća općenito, a gradske električne centrale napose, došlo do živog previranja i neopisive aktivnosti.

Iz narodno-oslobodilačke borbe vratili su se pojedini drugovi, koji su kao u nekom nezadrživom zaletu pristupili obnovi umrtvljenog političkog i kulturno-pro svjetnog života.

Na čelo poduzeća dolazi kao direktor drug ing. Herman Mattes, a uz njega od starih službenika Boris Urbančič, Ernest Gluhak, Ljubica Dobrinić-Šagi, Ivan Žnidarić, Ivan Devčić, Ivan Tomec, Alma Premru, Dinko Dujmović i mnogi drugi novi drugovi.

Osniva se podružnica sindikata, kojoj dolazi na čelo u Gundulićevoj ulici br. 32, Ivan Devčić, a u pogonu u Zagorskoj ulici Đuro Mlinarić.

U poduzeću dolazi do reforma u duhu današnjice, organiziraju se novi odjeli i odsjeci, kojima dolaze na čelo prokušani napredni drugovi.
Nikada se, od njihova postanka, nije u gradskim poduzećima toliko radilo na kulturno-prosvjetnom i političkom polju, koliko tih prvih izaratnih godina.

Inicijativu preuzimaju sindikati. Sindikalne podružnice u bivšoj električnoj centrali potpale su organizaciono pod Mjesno vijeće, a po strukovnoj liniji pod Mjesni odbor metalaca.

Sva djelatnost radnika i namještenika odvija se u krilu sindikalne podružnice.

U poduzeću drug Urbančič pokreće ZIDNE NOVINE, koje su bile vrlo bogate i vrlo plodne. Svi radnici i namještenici, koji su bili iole vješti peru ili kistu, surađuju u njima u duhu suvremene socijalistčke stvarnosti...

Zidne novine obješene su u predvorju zgrade u Gundulićevoj ulici 32, i izlazile su svakog tjedna na 16 tipkanih i u bojama bogato ilustriranih stranica.

Obrađuju vanjsko-politička, unutarnje-politička, gradsko-lokalna, a napose interna t. zv. munjarska pitanja. Referiraju o kulturno-prosvjetnim zbivanjima, o radu pojedinih sekcija u poduzeću, o uspjesima pojedinaca na masovnim dobrovoljnim radovima, o naporima kolektiva i t. d.

Bile su smatrane najboljim Zidnim novinama u gradu, tako da su mnogi urednici takovih novina u drugim poduzećima dolazili da pojedine izvještaje iz Zidnih novina GEC prenesu i svojim kolektivima.

A imalo se i što izvještavati!

Prva je proradila glazba. Već 15. svibnja 1945., dakle jedan tjedan dana nakon oslobođenja Zagreba, održava u prostorijama na igralištu Šparte sastanak, prebrojava preživjele drugove i konstatira da su živote u borbi dala tri člana: Ivan Delić, Franjo Rumbak i Viktor Topkin.

Već 20. svibnja 1945. glazba priređuje prvi nastup. Za najkraće se vrijeme preporađa i baca se neopisivom aktivnošću na rad.

Prve poslijeratne godine karakterizira elan čitavoga naroda, koji je svim silama prionuo, da obnovi ratom opustošenu zemlju, da je izdigne iz zaostalosti i izgradi u njoj novi, pravedniji društveni poredak.

Naravno, da tu nije ni glazba GEC ostala po strani i mi ju susrećemo na svim skupovima, na svim manifestacijama velikog općenarodnog pokreta.

Ona ispraćuje omladinske brigade, koje odlaze na gradnju pruge Brčko—Banovići, ona predvodi nebrojene povorke na predizborne mitinge, ispraćuje našu delegaciju prigodom njenog odlaska na mirovnu konferenciju, ona je dvaput mjesečno na autostradi i na svim javnim radovima, koji su onih dana bili u punom jeku.

Paralelno s glazbenom sekcijom rade i sve ostale sekcije. Već prvih dana osnivaju se u poduzeću kružoci za izučavanje političkog materijala. Obligatno svakog utorka popodne čitava zgrada vrvi ljudima i sve su sobe zaposjednute. U svakoj sobi sjedilo bi oko 5 drugova i drugarica, koji su proučavali spise naprednih mislilaca, Marksa, Engelsa, Lenjina, Darwina i drugih, diskutirali i politički se izgrađivali. Isto se tako jedamput tjedno održavalo sastanke na kojima su se u otvorenoj diskusiji pretresali materijali iz političkih spisa i govora pojedinih naših istaknutih rukovodilaca.

Dobrovoljne akcije radnika i namještenika bile su u punom toku. Pojedine ekipe stručnih radnika GEC, bravara, limara, stolara, električara i drugih, s kompletno uređenim i mehaniziranim poljskim radionicama i agregatima udešenim za rad na terenu, odlazile su svake nedjelje u sela na Kordunu, Baniji i Hrvatskom

Zagorju, gdje su narodu pružale pomoć, popravljajuć mu besplatno sve potrebštine, od lonaca i posuđa do poljodjelskih strojeva.

Te su ekipe, kojima je rukovodio drug Tomo Tisaj, uz suradnju drugova Gajdeka, Lengela, Lukše, Margetića, Marinkovića, Razbušeka, Šavore, Vulića i mnogih drugih, kroz pune dvije godine obilazile kamionima popaljena sela u bližoj i daljoj okolici Zagreba. U okviru poduzeća vođena je među radnicima i namještenicima akcija za sakupljanje starih i u kućanstvima nepotrebnih stvari, naročito suđa i posuđa, te drugih predmeta za široku potrošnju. Ekipe su to skupljale tokom tjedna, na bazi dobrovoljnog popodnevnog rada to popravljale, a zatim u nedjelju razvozile i raznosile po selima.

Rad bi u selima počimao u jutro u 7 sati, a završavao u 15 sati. Iz cijelog bi sela narod donosio u tako improvizirane poljske radionice suđe i oruđe, gdje su kovači, limari, bravari i t. d. radili punom parom.

Nakon završenog rada u 15 sati počimala bi akcija kulturno-prosvjetnog i političkog uzdizanja. S ekipama je, naime, polazila omladinska sekcija koju je vodila drugarica Alma Premru. Održavana su kratka politička predavanja, bilo je recitacija, pjesama, skečeva i na koncu glazba harmonika i ples.

Narod je isprva s nepovjerenjem gledao na taj dotad neuobičajeni način političke aktivnosti. Videći međutim da je pomoć sasvim besplatna i iskrena, ubrzo se okupio i zbližio, tako da bi svaki takav izlet na koncu postajao za selo jedno opće narodno veselje, u kom je naročito seoska omladina uzela živog učešća.

Ta je i takva pomoć u onim prvim poratnim teškim godinama bila zaista potrebna. Rat je naime pojedina sela opustošio do temelja. Narod nije, vrativši se na svoja popaljena ognjišta, imao često ni krova nad glavom. Kuhalo se na improviziranim ognjištima, u limenkama od konzerve, jer suđa i lonaca nije bilo. Ove radne ekipe, koje su donosile i besplatno popravljale narodu suđe i oruđe, izvršile su u onim danima poratne obnove zaista značajnu ulogu. Ni na kulturnu se djelatnost nije zaboravljalo, pa su se prikupljale i knjige. U jednom je selu uređena tako kompletna seoska knjižnica.

U samom gradu Zagrebu pak, u poduzeću, kada je u oskudici željezničkih vagona trebalo hitno istovariti ugljen, koji je pristizao u centralu, listom su se formirale brigade radnika i činovnika, koje su u svoje slobodno vrijeme hitale u elektranu i tamo pomagale pri istovaru.

Svakog popodneva skupine bi radnika i činovnika GEC masovno odlazile na dobrovoljne radove u gradu: na gradnju tramvajske pruge prema Mihaljevcu i prema Žitnjaku, na autostradu, na Studentski grad, na uređenje parkova i sl., skoro redovito sa svojom glazbom na čelu.

To su bili dani zanosa, kada se je htjelo u roku od nekoliko mjeseci izgraditi sve ono, što nam je decenijima nedostajalo.

***

U poduzeću je bilo i mnogo slikara-amatera. U okviru ostale bogate kulturno-prosvjetne djelatnosti radila je i ta sekcija, pa je jednom zgodom upriličila i veoma interesantnu izložbu radova svojih članova. Izložba je bila uređena povodom proslave 1. maja u mramornom predvorju u I. katu zgrade u Gundulićevoj ulici 32, a izlagali su Begović, Bogdanov, Gospočić, Janovski, Meixner, Pećarević, Priester, Privora, Radetić, Radovanović i još neki. Izložba je obilovala mnogim vrlo lijepim i interesantnim slikama i portretima u ulju, pastelu i akvarelu, te mnogim crtežima u tušu. Bogdanov je izložio čak i svoje prekrasno vezene goblene, koje je vlastoručno radio.

Prigodom svakog značajnijeg datuma održavana su predavanja, komemoracije i akademije. Tako o Nikoli Tesli, povodom trogodišnjice njegove smrti, o Francetu Prešernu, o Maksimu Gorkome, o Silviju Strahimiru Kranjčeviću, o Marksu, Engelsu, Lenjinu i t. d.

Komemorirajući godišnjicu smrti Maksima Gorkoga članstvo je sindikalne podružnice na prijedlog drugarice Alme Premru, donijelo zaključak, da vlastitim sredstvima nabavi kip Gorkoga. U tu je svrhu podružnica štampala razglednice sa slikom Gorkoga i raspačavala ih, a čisti prihod namijenjen je bio za nabavu spomenika. I zaista je za nepuna tri mjeseca uspjelo sabrati 40.000 dinara, pa je na prijedlog druga Fleischmanna kupljeno prekrasno poprsje Maksima Gorkoga, djelo kipara Grge Antunca. U predvorju I. kata u Gundulićevoj ulici 32, nalazi se još i danas ta bista, koju je tamo postavilo članstvo sindikalne podružnice GEC.

***

Relativno najaktivnija sekcija sindikalne podružnice bila je diletantska sekcija, koju je vodio Branko Privora, koji se pokazao ne samo kao dobar glumac nego i kao odličan režiser i organizator. Sekcija je prvih godina često nastupala ne samo u dvorani u Gundulićevoj ulici, nego i u kazalištu u Frankopanskoj ulici (danas Dramsko kazalište), te u kazalištu na Kaptolu (danas kazalište KOMEDIJA), sa cjelovečernjim predstavama, te na raznim priredbama osnovnih organizacija u gradu. Najagilniji članovi ove sekcije bili su Privora, Gospočić, Vincetić, Kučeković, Zaković, Sojak i Lešnik.

***

Budući da je među radništvom bilo još uvijek analfabeta, organizirala je kulturno-prosvjetna sekcija sindikata analfabetske tečajeve, koje je vodio s mnogo uspjeha drug Juričević. Na taj je način opismenjeno preko 30 radnika i radnica.

Tečajevi za stručno uzdizanje i sticanje viših kvalifikacija bili su također jedan oblik konstruktivnog sindikalnog rada, pa je tako održano nekoliko tečajeva za nekvalificirane i polukvalificirane radnike. Iskusni majstori monteri i nadmonteri, tehničari i inženjeri nisu žalili truda ni vremena, da svojim predavanjima upute i usavrše svoje drugove radnike, pa je tako nakon nekoliko veoma uspješnih tečajeva sa završnim ispitima pred stručnim komisijama, više desetaka radnika, koji

su se i inače isticali na dugogodišnjem praktičnom radu u poduzeću i na raznim stručnim poslovima, steklo višu kvalifikaciju, koju im je poduzeće priznalo.

***

Reorganizacijom elektroprivrede dotada kompaktni stručni kadar bivše GEC počeo se pomalo rasipati. Trebalo je osnivati nova poduzeća, jer je veliki zamah industrijalizacije zemlje to tražio, a stručnih kadrova nije bilo dovoljno. Mnogo je drugova, veoma aktivnih, otišlo po drugim poduzećima i ustanovama, ne samo u republici Hrvatskoj, nego i u druge bratske republike. Sindikalni se rad, unatoč tome, i nadalje nesmetano odvijao, sada međutim u drugim oblicima.

Prigodom upisivanja II. narodnog zajma 1950., prije toga politički dobro pripremljeno, članstvo se masovno odazvalo tako da je GEC prekoračila predviđenu svotu upisa za 100%.

Ostvarenjem parole »tvornice radnicima« sindikalni se rad usmjeruje u pravcu odgajanja radnih masa za neposredne upravljače svojih poduzeća. Političko-ideološki rad, koji se do tada odvijao u obliku kružoka i diskusija, odvija se odsada na bazi najšire demokracije t. j. prema želji samih članova sindikata, kojima je pružena mogućnost, da sami odaberu teme, kojima se žele baviti i proučavati ih. Na temelju toga otvaraju se tečajevi, koje posjećuje 126 članova i to tečaj »Političke ekonomije« i tečaj »Historije radničkog pokreta«. Za predavače uzimani su istaknuti javni i naučni radnici, nastavnici na fakultetima, naročito tehničkom i ekonomskom, a stručna predavanja održavali su inženjeri poduzeća.

Pokazalo se da za predavanja vrsnih predavača postoji velik interes i kod radnika i kod službenika, bez obzira je li tema ideološko-politička, odnosno ekonomska ili stručna.

Društvena djelatnost ispoljava se sada ne samo u glazbi, koja ostaje i nadalje mezimicom svega članstva sindikata, nego i u ostalim sekcijama. Osniva se omladinski jazz-orkestar, koji se od jedne harmonike razvija do potpunog orkestra od 7 instrumenata. Isto se tako osniva gitarističko-mandolinistička sekcija sa 16 članova.

Osniva se nadalje sindikalna knjižnica koja broji preko 1000 knjiga, sa prosječno 200 stalnih članova čitača. Mnogo se polaže na zajedničke izlete, pa se tako svake godine priređuje po 4 do 5 izleta (na more, u Postojnu, u Vinodol, Ozalj, Drenje, Sljeme i dr.)

Jedna od najznačajnijih manifestacija poratne sindikalne djelatnosti je međutim briga za čovjeka. Komisija za socijalno staranje, unutar sindikata, osniva odmaralište u Lovranu, koje je nekoliko godina veoma uspješno djelovalo u vili ELEKTRA, gdje bi se izredalo svake godine nekoliko stotina radnika i namještenika sa njihovim obiteljima.

Nakon što su radnička odmarališta bila predana ugostiteljstvu, prestaje radom i odmaralište ELEKTRA u Lovranu. Briga sindikata za fizički najpotrebnije nije međutim time jenjala i od tada se svake godine 70 do 80 radnika i službenika upućuje na godišnji odmor o trošku sindikalne podružnice u najljepše predjele naše zemlje: Dubrovnik, Ohrid, Bohinj, Rab i t. d., i t. d. Vodila se briga i za stanove, pa je tako na Jordanovcu izgrađeno čitavo malo stambeno naselje ELEKTRE.

Godine 1954. izdaje sindikalna podružnica za potrebe svojih članova montera, tehničara i inženjera knjigu »Relejna zaštita« od Ing. Michaela Waltera, u prijevodu ing. Ladislava Padjena.

Općenito se može kazati, da nije bilo područja političkog, kulturnog, ekonomskog ili socijalnog na kome djelatnost sindikata u ELEKTRI, kao nasljedniku bivše GEC ne bi bila došla do izražaja.

Paralelno s radom u ELEKTRI odvijao se skoro isto takav rad i u drugom poduzeću, nasljedniku bivše GEC, ELEKTRANI u Zagorskoj ulici.

I tamo je sindikat odmah iza oslobođenja bio osnovao svoju glazbu od 26 članova i pjevački zbor sa 60 pjevača. Kasnije je, međutim, ondješnja sindikalna podružnica usmjerila svoj rad u drugom pravcu — u pravcu uzdizanja ljudi i njihovog odgajanja u duhu današnjice, u samoupravljanju poduzećem, suradnji s upravom u svrhu postizavanja što boljih rezultata, u brizi o ljudima.

Podružnica u ELEKTRANI organizirala je bila vlastito odmaralište u Baškoj vodi, a zatim u Biogradu na moru, gdje danas imade 10 prenosivih šatora svaki za 4 osobe i 4 Weekend kućice također svaka za po 4 osobe, s krevetima, plinskim rešoima, električnom rasvjetom, tekućom vodom i t. d.

***

Rad među ljudima i za ljude poprimio je danas, kako vidimo, sasvim druge oblike. Danas je radni kolektiv, putem svojih radničkih savjeta, upravljač svoga poduzeća. Sudbina njegovog poduzeća, njegov uspjeh ili neuspjeh, u njegovim je rukama i o njemu samome ovisi.

Radni kolektiv sam ocjenjuje mogućnosti nagrađivanja, on sudjeluje u izradi tarifnih pravilnika, u raspodjeli dohotka, u gospodarenju fondovima, u brizi o ljudima i njihovim pravima.

Sindikalni je rad u stvari sastavni dio svega ostaloga kolektivnoga stvaranja u poduzeću i on je zato svestran, živ i pun inicijative.

Svoj uspjeh od 1945. do danas, sindikati nekadašnje GEC, danas ELEKTRE i ELEKTRANE, zahvaljuju tome, što su znali pravilno se odnositi prema ljudima, ne sputavati njihovu inicijativu, pravilno usmjeriti njihovu aktivnost i izlaziti im u susret, gdje je to bilo god moguće.

To je bio ispravan način rada, koji kako vidimo, nije ostao bez rezultata.

ORGANIZACIJA I ORGANI UPRAVLJANJA PODUZEĆA ELEKTRA

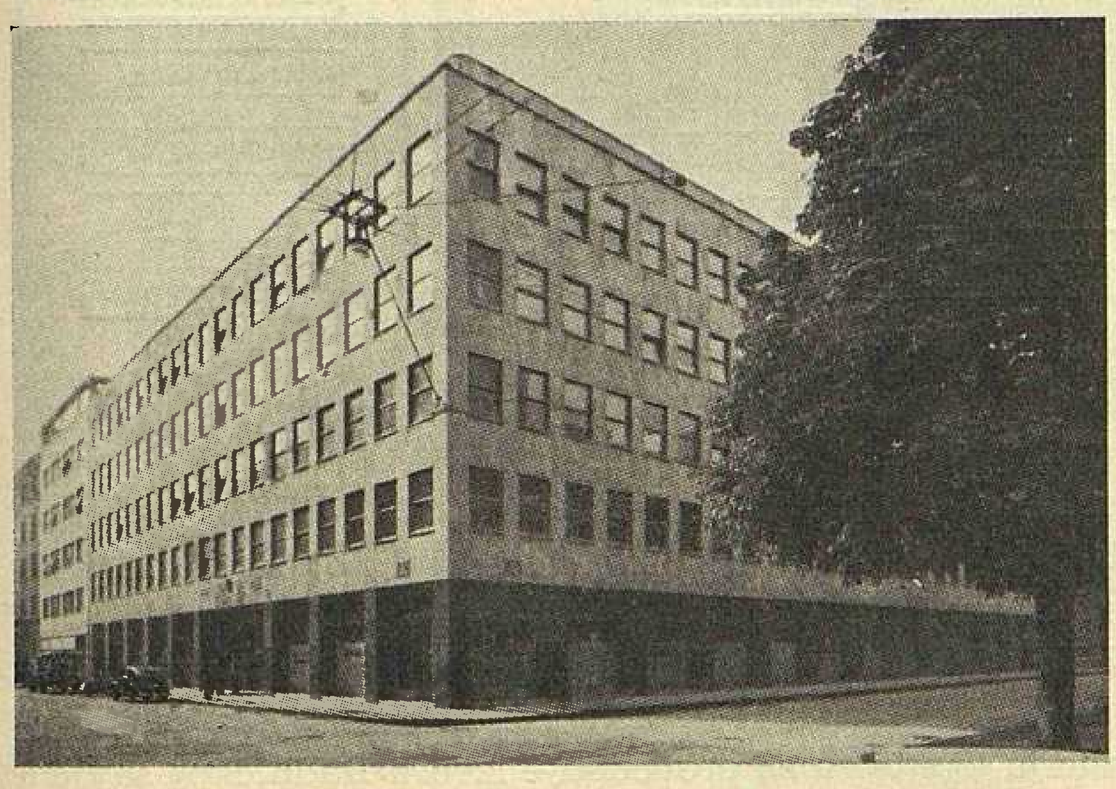
Ante **Lučev**, Elektra, Zagreb

658:621.315/316

Temeljitom reorganizacijom elektroprivrede Hrvatske izvršenom 1949. odijeljena je distribucija električne energije i uzdržavanje mreže od proizvodnje, pa su tom prilikom nastala nova poduzeća: Elektrane Zagreb kao proizvodno, Elektra Zagreb kao distributivno i Dalekovod kao poduzeće za projektiranje, gradnju i montažu dalekovoda. Članak objašnjuje organizacionu strukturu distributivnog poduzeća ELEKTRE i njezine organe upravljanja.

Organizacija poduzeća

Dne 1. I. 1947. osnovana je *Elektra*, poduzeće za elektrifikaciju sjeverne Hrvatske, Zagreb, koje je na teritoriju sjeverozapadne Hrvatske obavljalo cjelokupnu privrednu djelatnost t.j. proizvodnju, prijenos i razdiobu električne energije, te izgranju mreže i trafostanica.



Upravna zgrada *Elektre* u Gundulićevoj ulici 32.

Dne 1. 7. 1948. odvojena je od poduzeća *Elektre* distribucija i uzdržavanje mreže samog grada Zagreba, koje djelatnosti su ušle u sklop *Elektrane Zagreb* — poduzeća lokalnog karaktera, dok je na ostalom području sjeverozapadne Hrvatske i dalje djelovala *Elektra*, u čijem sastavu su se nalazili i njeni područni uredi Bjelovar, Karlovac, Križ, Sisak, Varaždin i Zabok.

Dne 1. 4. 1949. izvršena je temeljita reorganizacija elektroprivrede Hrvatske, kojom prilikom je distribucija i uzdržavanje mreže samog grada Zagreba sa okolicom ponovno sjedinjena s dotadašnjom *Elektrom*. Istovremeno je, izdvojenjem jednog dijela osoblja *Elektre* i jednog dijela njenih osnovnih sredstava, osnovano poduzeće *Dalekovod* elektroprivredno poduzeće za projektiranje, gradnju i montažu.

Tako je konačno za svaku elektroprivrednu djelatnost na području sjeverne Hrvatske nastalo zasebno poduzeće, kako slijedi:

Elektrane Zagreb, u čiji sastav su ušle i male elektrane na teritoriju sjeverne Hrvatske

Elektra, poduzeće za elektrifikaciju sjeverne Hrvatske, Zagreb (prijenos i razdioba električne energije)

Dalekovod, elektroprivredno poduzeće za projektiranje, gradnju i montažu

Međutim, *Elektra* je i dalje izvodila gradnju vodova i trafostanica, jer je poduzeće *Dalekovod* preuzelo radove na teritoriju Hrvatske, a kasnije i u drugim republikama.

U to vrijeme organ upravljanja u poduzeću bio je direktor poduzeća i nadležni AOR t.j. Generalna direkcija elektroprivrede NRH-e. Ovaj način upravljanja trajao je do mjeseca rujna 1950., koje godine se prišlo radničkom upravljanju i izvršeni su izbori prvog Radničkog savjeta i Upravnog odbora.

Od godne 1950. poduzeće se naglo širilo. Izgrađeni su prenosni vodovi i trafostance, što je omgućilo elektrifikaciju sela i pojačanje kapaciteta za dobavu električne energije industriji.

Budući da je izgradnjom vodova i trafostanica, te porastom potrošnje poduzeće zauzimalo sve veći teritorij, to je bilo nemoguće uspješno rukovoditi iz sjedišta poduzeća. Na osnovu toga, a nakon svestrane i opširne diskusije, Radnički savjet poduzeća ELEKTRE, Zagreb dogovorno sa predstavnicima Kotarskih Narodnih odbora sjedišta područnih ureda, donosi na svojem 11. redovnom zasjedanju održanom dne 12. III. 1957 odluku o odvajanju područnih ureda i osnivanju novih poduzeća na teritoriju Hrvatske.

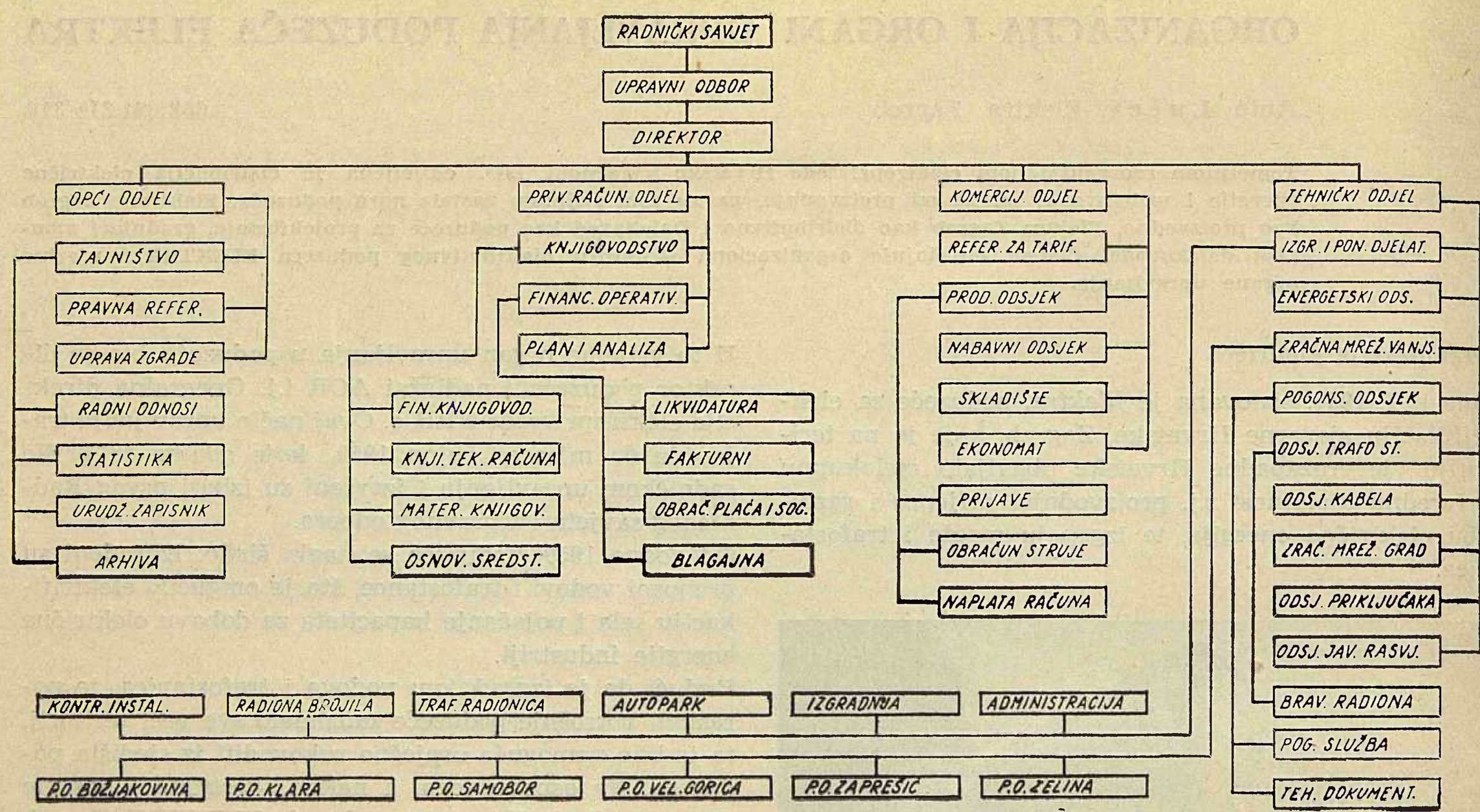
Tako je od poduzeća *Elektre*, koja je do tada obuhvaćala teritorij od Pregrade do Nove Gradiške i od Murskog Središća do Gospića, stvoreno devet poduzeća. (Bjelovar, Gospić Karlovac, Koprivnica, Križ, Sisak, Varaždin, Zabok i Zagreb.)

Današnja *Elektra* Zagreb obuhvaća cijelo područje grada Zagreba (šire i uže područje), a organizacija poduzeća koje broji oko 900 radnika i službenika prikazana je na priloženoj šemi, str. 414.

Nekadašnja zgrada Plinare u Gundulićevoj ulici 32, gdje je danas upravna zgrada *Elektre*.

Rad organa upravljanja

U mjesecu rujnu 1950. izvršen je izbor prvog Radničkog savjeta i Upravnog odbora za cijelo poduzeće na temelju jedinstvene kandidatske liste. Od tog vremena započelo je radničko upravljanje u poduzeću. Organi upravljanja u područnim uredima nisu bili posebno bi-



Organizaciona šema poduzeća *Elektra*, Zagreb.

rani, jer su izbori izvršeni na temelju jedinstvene kandidatske liste, koji su predviđeni u čl. 22 Pravila poduzeća. Ta pravila bila su usvojena po Radničkom savjetu na njegovom zasjedanju održanom dne 12. XI. 1950., a potvrđena po nadležnom državnom organu t.j. Glavnoj direkciji elektroprivrede NRH-e dne 18. XI. 1950. Izabrani Radnički savjet brojio je 56 članova, a Upravni odbor 11 članova.

Zasjedanje Radničkog savjeta ELEKTRE 12. IV. 1957.

U mjesecu veljači 1951. izvršeni su izbori za Radnički savjet Višeg privrednog udruženja elektroprivrede NRH-e, u koji je birano 7 članova radničkog upravljanja poduzeća *Elektre*.

Pošto je prema naknadnim odredbama viših privrednih organa bilo ipak potrebno da se biraju organi upravljanja i u područnim uredima ovog poduzeća, to su u toku mjeseca srpnja 1951. izvršeni dopunski izbori. Na zasjedanju Radničkog savjeta od 22. VII. 1951. formiran je novi Radnički savjet sjedišta poduzeća, te Radnički savjet i Upravni odbor poduzeća.

Međutim, na sjednici Radničkog savjeta poduzeća održanoj dne 25. II. 1952. donijeta je odluka, da se na temelju Uputstva za provođenje izbora Radničkog savjeta i Upravnih odbora privrednih poduzeća (Sl. list FNRJ br. 5 od 1952. g.) raspišu novi izbori za Radnički savjet i to opet isključivo na temelju jedinstvene kandidatske liste za cijelo poduzeće, te da nakon toga izbora prestaju s funkcijom Radnički savjeti i Upravni odbori u područnim uredima. Ti izbori održani su 25. III. 1952., kojim danom je izabran novi Radnički savjet i Upravni odbor poduzeća na temelju jedinstvene kandidatske liste.

Radnički savjet i Upravni odbor u toku svoga djelovanja razmatrali su probleme koje su — po postojećim propisima i ukazanoj potrebi — bili dužni razmatrati. U samom početku svoga rada, u organu upravljanja nije postojala dovoljna zainteresiranost, jer se nije mogla naći prava srž rada tih organa.

Jedan od glavnih razloga bio je u tome, što većina članova organa upravljanja nije imala dovoljno ekonomskog znanja u ondašnjoj planskoj privredi i radi toga se je osjećala bojažljivost i nesigurnost u radu.

Nakon predaje poduzeća na upravljanje radnicima, bivša Generalna direkcija elektroprivrede osnovala je razne kurseve iz knjigovodstva kao i razna predavanja, gdje su članovi kolektiva mogli sticati osnovna znanja o privrednnom upravljanju poduzeća te o ekonomskoj i privrednoj djelatnosti poduzeća.

Postepeno su se organi upravljanja učvršćivali, te je danas, nakon sedam godina radničkog upravljanja, stečeno veliko iskustvo i svakom članu tog upravljanja je jasno, da je funkcija u organu radničkog upravljanja — stvar časti i povjerenja.

SADAŠNJA ORGANIZACIJA PODUZEĆA ELEKTRANE ZAGREB

Ante Kršulović, Elektrana, Zagreb

658:621.311.22

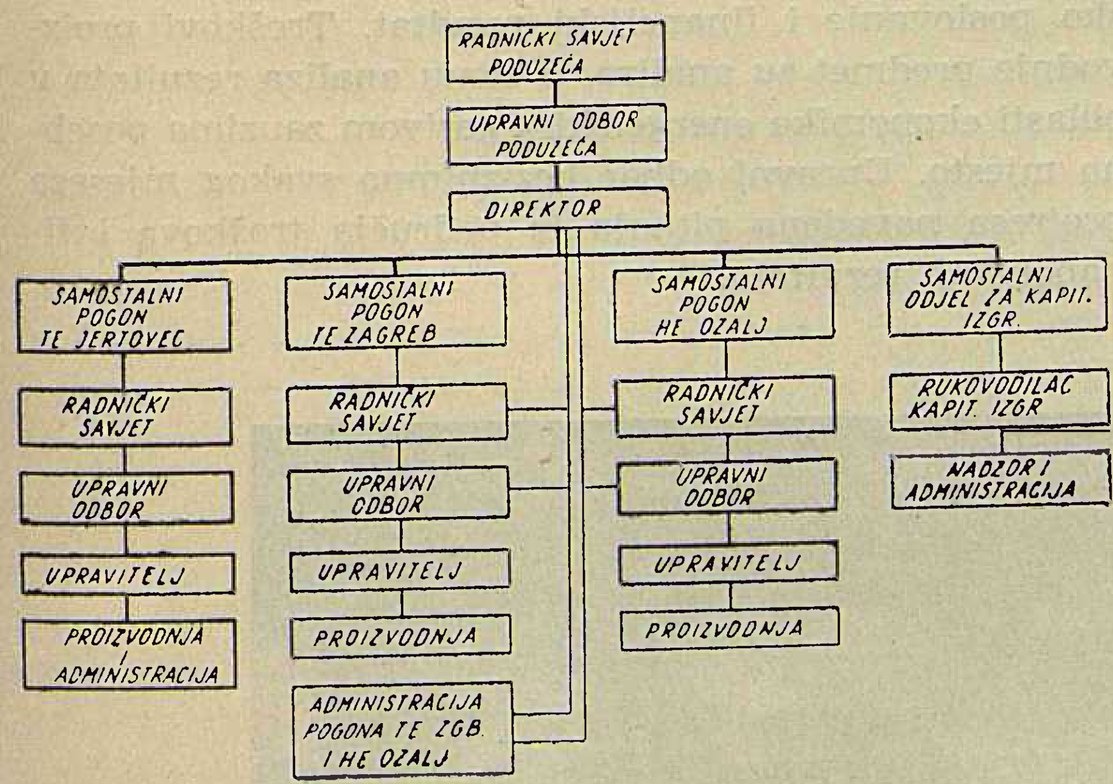
Autor opisuje sadašnju organizaciju poduzeća ELEKTRANE ZAGREB, koja ima tri samostalna pogona i jedan samostalni odjel. Iznosi osnovnu šemu organizacije i organe radničkog upravljanja, upravnog odbora i radničkog savjeta.

Poduzeće *Elektrane* Zagreb sastoji se sada od 3 samostalna pogona i jednog samostalnog odjela. Samostalni pogoni, odnosno odjel, su slijedeći:

1. Termoelektrana Zagreb,
2. Termoelektrana Jertovec,
3. Hidroelektrana Ozalj,
4. Samostalni odjel za kapitalnu izgradnju.

Osnovna djelatnost svih triju pogona je proizvodnja električne energije, dok samostalni odjel za kapitalnu izgradnju obavlja poslove investitora za objekte u izgradnji, čiji je nosilac kredita poduzeće *Elektrane*.

Svaki od navedenih pogona posluje potpuno samostalno, te ima svoje organe radničkog upravljanja i svog upravitelja. Upravni odbor i radnički savjet biraju članovi radnog kolektiva dotičnog pogona. Pogoni samostalno izvršavaju svoje obaveze prema društvenoj zajednici. Pogoni solidarno odgovaraju, budući da oni pravno predstavljaju jednu privrednu organizaciju, naročito za financijske obaveze i za poslovni uspjeh. Poslovne knjige, fondove, sredstva fondova i bankovne račune vode u cijelosti izdvojeno. Oni sastavljaju zasebne, potpune, završne račune, na koje daju suglasnost organi nadležnih općina. Samostalno saobraćaju s državnim organima, drugim privrednim organizacijama i Zajednicom elektroprivrednih poduzeća Hrvatske. Samostalnost Pogona TE Jertovec očituje se i u tome, što je u Zajednici predstavljen zasebno kao i svako drugo udruženo poduzeće (ovo je učinjeno zato, što je u toku postupak za odvojenje Pogona TE Jertovec u samostalno poduzeće.)



Osnovna shema organizacija poduzeća »Elektrane«, Zagreb.

Pored navedenih samostalnih pogona u sastavu poduzeća djeluje samostalni odjel za kapitalnu izgradnju, čiji djelokrug rada je upravljanje i nadzor, te tehničko i financijsko poslovanje velikih elektroenergetskih objekata, koji se financiraju iz sredstava Općeg investicionog fonda. Poslovanje ovog odjela u cijelosti i neposredno financira se iz kredita objekata u izgradnji. Odnosi ovog odjela posebno su regulirani Pravilima poduzeća i Tarifnim pravilnikom. Za ovaj samostalni pogon nadležan je Radnički savjet i Upravni odbor poduzeća.

Radom cijelog poduzeća upravlja Radnički savjet, Upravni odbor i direktor. U ovaj Radnički savjet i Upravni odbor poduzeća (Centralni Radnički savjet i Centralni Upravni odbor) bira svaki pogon srazmjeran broj članova iz radnog kolektiva svog pogona. Nadležnost ovih zajedničkih organa radničkog upravljanja određena je Pravilima poduzeća i međusobnim ugovorima, a razgraničenje je provedeno tako da u praksi nikada nije došlo do sukoba nadležnosti.

Ovakva struktura poduzeća *Elektrane*, Zagreb, bila je uslovljena razvojem elektroprivrednih postrojenja u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske. Ovdje je došla do izražaja izgradnja objekata uz što moguće veće iskorištenje stručnog osoblja *Elektrane* u Zagrebu, kapaciteta radionica i voznog parka, a zatim i daljnje korištenje stečenog iskustva u izvedbi velikih elektroenergetskih objekata. Organizacija je odraz stvarnog stanja i rezultat prilagođavanja potrebama razdoblja brze izgranje elektroprivrednih objekata. Da bi se vidjela uslovljenost organizacione strukture sa potrebama izgradnje elektroprivrednih objekata potrebno je podsjetiti na slijedeće:

Nakon što je u 1949. godini došlo do izdvajanja proizvodnje od distribucije električne energije, poduzeće *Elektrane Zagreb*, sačinjavali su pogoni *TE Zagreb*, *HE Ozalj*, *DE Dubovac* i *UP Koprivnica*. Ovi pogoni imali su zajedničku upravu. Pogoni u Karlovcu (Dubovac) i Koprivnici likvidirani su 1952, odnosno 1950, a stari pogon HE Ozalj I. — budući ova mala hidroelektrana nije sama za sebe mogla držati i iskorištavati potpuni stručni tehnički i administrativni aparat — — koristi raspoloživo osoblje TE Zagreb. Tada je došlo do izgradnje druge elektrane na Kupi (na lijevoj obali preko puta stare elektrane) t. zv. Ozalj II. Kako je HE Ozalj I. već bio dio poduzeća *Elektrane*, Zagreb. to je bivša Generalna direkcija elektroprivrede Hrvatske i izgradnju HE Ozalj II. početkom 1950. povjerila poduzeću *Elektrane*.

U *Elektrani* Zagreb, bilo je jezgro stručnog osoblja — — koje je kasnije upotpunjavano — kome se je mogao povjeriti zadatak izgradnje i drugih objekata, kao što je TE Jertovec (Konjšćina). U pogonu TE Zagreb pripremao se i dio kadra, koji će nakon dovršetka izgradnje I. etape TE Jertovec istu preuzeti na upravljanje i eksploataciju. Paralelno sa izgradnjom HE Ozalj II., TE Jertovec I. i II., vršila se izgradnja postrojenja za prijenos električne energije. Dovršenjem izgradnje HE Ozalj II i TE Jertovec I. ovi pogoni postaju sastavni

dijelovi poduzeća. Već u 1954. oni su samostalni pogoni *Elektrane* Zagreb sa svojim organima radničkog upravljanja, sa zasebnim završnim računom i samostalnim obračunom ukupnog prihoda, te ostalim obilježjima samostalnosti kakvi su ostali i do danas.

Dok su pogoni HE Ozalj i TE Jertovec predstavljali potpuno samostalni pogon (tako su početkom 1955. i registrirani kod Okružnog privrednog suda), i u tehničkom, administrativnom i ekonomsko - financijskom smislu, dotle je pogon *Prijenos električne energije,* bio samostalan samo tehnički. Međutim, proces potpunog osamostaljenja ovdje je najprije došao do svog logičnog završetka, do izdvajanja u samostalno poduzeće.

Kao što je već rečeno, poduzeće *Elektrane* bilo je investitor i za dalekovode i transformatorske stanice. Elektroprenosna postrojenja, kako su bila dovršena, tako su se uključivala u mrežu sjeverozapadne Hrvatske, a ostale su na upravljanju poduzeću *Elektrane.* Kako su se ta postrojenja povećavala, tako je pogon Prijenos rastao. Tad je obuhvaćao izgrađene objekte:

a) 30 kV dalekovod TS Klara-Zagreb-Sutla (jedini u poduzeću *Elektrane* u 1950. g.)
b) 110 kV dalekovod Varaždin-Konjšćina-Rakitje-Vrbovsko (DV Vinodol I.) i Rakitje-Sutla, Rakitje-Klara.
c) 110 kV dalekovod Rakitje-Gojak-Vinodol (DV Vinodol II.)
d) 110/30 trafostanica Rakitje, a pri završetku izgradnje:
e) 110 kV dalekovod Resnik-Una i
f) I. etapa 110/30 kV trafostanica Resnik, ovaj pogon se 1. I. 1957. g. izdvojio u samostalno poduzeće *Elektroprenos* Zagreb, koji je u svoj sastav obuhvatio i druga elektroprenosna postrojenja u Hrvatskoj, osim onih u Dalmaciji.

Ni sadašnja organizacija poduzeća *Elektrane,* ne će dugo potrajati, jer je u toku postupak za izvođenje samostalnog Pogona TE Jertovec u samostalno poduzeće, a već i sada prije no što su dovršeni, kolaudirani, obračunati, i predani, objekti za koje je poduzeće *Elektrane* nosilac kredita, Odjel za kapitalnu izgradnju živo učestvuje na ostvarenju projekata izgradnje *Termoelektrane Zagreb II (Toplana),* koja je zasebna pravna osoba — poduzeće u izgradnji.

Radnički savjet i Upravni odbor poduzeća rješavaju pitanja od zajedničkog interesa cijelog poduzeća, a to su: Pravila, Tarifni pravilnik, proizvodni i financijski plan, završni račun, te kapitalna zgradnja.

Pitanja iz oblasti Tarifnog pravilnika i Pravila poduzeća prije no što se stave na dnevni red zasjedanja Radničkog savjeta poduzeća, prethodno su razmotrena i donijete odluke od radničkih savjeta pogona, te se na sjednici Radničkog savjeta poduzeća samo vrši usklađivanje tamo gdje je ono potrebno. Proizvodni i financijski plan, te završni račun u stvari donosi svaki pogon za sebe, a Radnički savjet poduzeća samo formalno potvrđuje ta akta, dok pitanja iz područja kapitalne izgradnje rješava u cijelosti Upravni odbor i Radnički savjet poduzeća.

Prema tome organi radničkog upravljanja samostalnih pogona donose sve odluke, koje po propisima spadaju u nadležnost Upravnog odbora i Radničkog savjeta.

Nakon što smo dali opći pregled organizacione strukture poduzeća posebno ćemo se osvrnuti na neke momente iz organizacije i metoda rada Pogona TE Zagreb (u načelu, iste metode primjenjuju se i u TE Jertovec).

Da bi se što bolje pripremile odluke organa radničkog upravljanja nastoji se što veći broj članova radnog kolektiva uključiti u rješavanje važnijih pitanja. U tu svrhu, prilikom rješavanja pitanja kao što su: Pravila poduzeća, proizvodno-financijski plan, Tarifni pravilnik, Pravilnik o premiranju na uštedu materijala za preradu, Pravilnik o normama, Pravilnik o higijensko-tehničkoj zaštiti rada, Završni račun, financiranje toplog doručka, kolektivno osiguranje i sl., održavaju se sastanci po odjeljenjima i radionicama, vrše ankete i održavaju sastanci cijelog kolektiva. Važnija pitanja razmatraju se u stalnim komisijama Radničkog savjeta. Kad je potrebno ili propisima određeno imenuje se povremene komisije bilo po direktoru, Upravnom odboru ili Radničkom savjetu.

Radnički savjet u načelu svakog mjeseca razmatra izvještaj o poslovanju s naročitim osvrtom na financijsko poslovanje i financijski rezultat. Troškovi proizvodnje predmet su analize, u čemu analiza rezultata u oblasti ekonomike energetskim gorivom zauzima posebno mjesto. Upravni odbor beziznimno svakog mjeseca pretresa navedena pitanja iz područja troškova i financijskih rezultata.

Zasjedanje Radničkog savjeta *Elektrane,* Zagreb.

Jedanput u tjednu održava se sastanak rukovodilaca odjela i poslovođa, na kome se pretresa problematika pogona, donose kratkoročni operativni planovi i usklađuje međusobni rad odjela.

Sastav proizvodnog, a napose financijskog plana, te troškova po vrsti i mjestu, izvršenje planskih zadataka i ostvarenih troškova, predmet su analize i rasprave pri čemu pored članova Radničkog savjeta, vidnog učešća uzimaju rukovodioci odjela, poslovođe, predradnici i ostali članovi radnog kolektiva, bilo na radioničkim sastancima, bilo na sjednicama Radničkog savjeta.

Ovakvom organizacijom i metodama rada nastojalo se i nastoji se svrsishodno vršiti proces proizvodnje električne energije i optimalno iskoristiti stručno osoblje poduzeća i raspoložive kapacitete pomoćnih radionica na izgradnji i proširenju elektroprivrednih postrojenja.

OD NEKADAŠNJE G E C DO DANAŠNJE SUVREMENE ORGANIZACIJE ELEKTROPRIVREDE U ZAGREBU

Ernest R a d e t i ć, Institut za elektroprivredu, Zagreb

621.311.1:658.5 (GEC) »1945—1957«

Elektroprivreda Zagreba prošla je od 1945. do danas kroz razne faze svog organizacionog razvoja. Od bivše GEC nastalo je nekoliko novih specijaliziranih poduzeća i ustanova, čiji je djelokrug rada prerasao okvire područja grada, pa i republike. U članku se obrađuje razvoj elektroprivrede Zagreba od 1945. do danas, navode se poimenično novonastala poduzeća i iznosi u kratkim crtama djelokrug i sadržaj njihova rada.

V e ć e s l a v H o l j e v a c, današnji predsjednik NOG Zagreba veoma zaslužan za veliki razvoj elektroprivrede grada Zagreba

Gradska električna centrala u Zagrebu danas više, u nekadašnjem smislu, ne postoji.

Godina 1945. postavila je točku na jedno razdoblje od skoro četrdeset godina i postala prekretnicom ne samo u životu elektroprivrede grada Zagreba i njezinih ljudi, nego i u životu svih naroda Jugoslavije. U tom golemom preobražaju postavljeni su pred ljude iz elektroprivrede grada Zagreba veliki i dalekosežni zadaci. Elektroprivreda, kao osnovna pokretna snaga sve ostale industrijske djelatnosti imala je da izvrši jedan od najtežih zadataka: brzu izgradnju elektroenergetskih baza, prenosnih vodova i uređaja, i solidnu organizaciju elektroprivredne tehničke i ekonomske službe.

Stručni kadrovi, tehnički i ekonomski, odgojeni u zagrebačkoj elektroprivredi, odigrali su na tome radu pionirsku i presudnu ulogu. Presudnu ne samo u elektrifikaciji grada Zagreba i Hrvatske, nego i cijele Jugoslavije.

Novi organizacioni oblici i uloga zagrebačkog elektroprivrednog kolektiva u njima.

Rješenjem predsjednika vlade NR Hrvatske formirano je odmah prvih dana iza rata, 20. kolovoza 1945. god., ELEKTRIČNO PODUZEĆE HRVATSKE — »ELPOH«, sa sjedištem u Zagrebu, a sa zadatkom da objedini elektroprivredu u republici Hrvatskoj. Organizacija elektroprivrede Hrvatske provodi se na bazi četiriju energetskih područja: sjeverne Hrvatske, Istre i Primorja, Dalmacije i Slavonije. Zagrebačka Gradska električna centrala postaje filijalom Električnog poduzeća Hrvatske (ELPOHFIL — ZAGREB). Osim toga postojale su i filijale ELPOH-a: ELPOHFIL — KARLOVAC, SUŠAK, SPLIT i OSIJEK.

Ogromnu većinu stručnoga kadra nove organizacije direkcije ELPOH-a, skraćeno ELPOHDIR-a, sačinjava osoblje nekadašnje Gradske električne centrale. Ono preuzima na sebe brigu oko organizacije ne samo elektroprivrede Zagreba nego i cijele republike Hrvatske u novim prilikama i novim uvjetima.

U ELPOHDIR odlaze najprominentniji stručnjaci iz bivše GEC (ing. Ribić, ing. Žepić, ing. Filipović, ing. Hahn, ing. Bradač, ing. Balint, D. Feöcze, K. Schmidt, M. Kučeković, N. Kovačić, I. Petrović, T. Fertilio, N. Cigić, B. Urbančić, I. Sumić, D. Dujmović, i t. d. i t. d.).

Nedugo zatim formirana je, također u Zagrebu, GLAVNA UPRAVA ZA ELEKTROPRIVREDU — »UPEL«, sa zadatkom da objedini sve republičke elektroprivrede i da sprovodi sistematsku elektrifikaciju cijele Jugoslavije po jedinstvenom planu. I opet je stručno osoblje bivše GEC sačinjavalo glavninu kadra UPEL-a čije je sjedište zajedno sa svim osobljem uskoro preneseno iz Zagreba u Beograd.

Od UPEL-a stvara se godine 1949. Savezno MINISTARSTVO ELEKTROPRIVREDE — »MINEL«, a u republičkim centrima Generalne direkcije elektroprivrede. U Generalnu direkciju elektroprivrede u Zagrebu povučen je dio stručnog osoblja i opet iz bivše GEC, tada već ELEKTRE i ELEKTRANE, Zagreb, koje postadoše jezgrom stručnog elektroprivrednog kadra.

Godine 1951. ukinuto je Ministarstvo elektroprivrede. Osoblje bivše GEC vraća se iz Beograda, uglavnom u Zagreb, gdje preuzima nove odgovorne dužnosti, obogaćeno ne samo novim stručnim znanjem, nego i organizacionim iskustvima.

Prijelazom sa administrativnog upravljanja privredom na radničko samoupravljanje ukinute su i Generalne (1950.), odnosno Glavne direkcije (1953.). Poduzeća počinju raditi samostalno po privrednom računu, pod rukovodstvom radničkih savjeta.

Elektroprivreda se u novim uvjetima razvila u tolikoj mjeri, da je svoju djelatnost morala razgraničiti. U Zagrebu se tako formiraju nova elektroprivredna poduzeća.

Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske

Povezanošću elektroenergetskih izvora u raznim oblastima ne samo unutar pojedinih republika, nego i izvan republičkih granica, povezano je i pitanje elektroprivredne ekonomike, odnosno ekonomičnog iskorištavanja elektroenergetskih postrojenja.

Miloš Damjanić, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske

Ispravno rješenje toga problema zadavalo je mnogo brige elektroprivredi svih narodnih republika.

Stručni kadar u Zagrebu prvi je uspio riješiti ekonomske odnose unutar elektroprivrede Hrvatske na solidnoj osnovi. Odmah nakon rasformiranja bivših direkcija (1953.) osnovan je, na sugestiju naših stručnjaka, privremenim rješenjem vlade NR Hrvatske, »ELEKTROPRIVREDNI SISTEM«, koji je rad elektroprivrednih poduzeća, proizvodnih, prijenosnih i distributivnih, koordinirao i ekonomizirao. Međusobni ekonomski odnosi između pojedinih poduzeća i njihovih pogona stavljeni su na čvrstu bazu. Po uzoru na tu organizaciju formirani su i u drugim republikama elektroenergetski privredni sistemi (negdje nazvani »obračunskim centrima«).

U siječnju 1954. ta je organizacija i ozakonjena osnivanjem Zajednica elektroprivrednih poduzeća po republikama.

Reasumirajući suštinu djelatnosti Zajednica možemo reći, da je uloga Zajednice prvobitno bila: »koordinacija procesa proizvodnje, prijenosa i razdiobe električne energije — racionalno i ekonomično korištenje elektroenergetskih izvora — pravilno tehničko i ekonomsko raspoređivanje i što pravilnije gospodarenje zajedničkim prihodima, koji nisu rezultat napora samo jednog poduzeća, odnosno samo jedne jedinice, nego čitave elektroprivredne zajednice.«

S takvom suštinskom formom organizacije ZAJEDNICA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE odigrala je u organizaciji elektroprivrede u Hrvatskoj i u njezinoj elektrifikaciji vanredno veliku ulogu:

— organizirana je dispečerska služba i regulirano snabdijevanje električnom energijom,
— provedena je koordinacija rada svih udruženih elektroprivrednih poduzeća,
— uveden je jedinstveni način obračunavanja proizvedene, prenesene i distribuirane električne energije između Zajednice i poduzeća, te njihovih pogona unutar republike,
— uređen je način obračuna s drugim republikama,
— provedene su jedinstvene tarife s jedinstvenom realizacijom,
— riješeno je pitanje plaća u elektroprivredi i time pitanje osiguranja stručnih kadrova,
— uređeno je pitanje društvenih planova elektroprivrede, te prelijevanja novčanih sredstava iz aktivnih u deficitarna poduzeća i, konačno,
— uređeno je pitanje pravilnog investiranja u izgradnju novih elektroenergetskih postrojenja.

Zakon o elektroprivredi iz godine 1958. unio je u rad Zajednice stanovite promjene, prema kojima se u Zajednice udružuju: — poduzeća za proizvodnju električne energije, koja su vezana na prenosnu mrežu, — poduzeća za prijenos električne energije i — proizvodna poduzeća u izgradnji za koja je investicionim programom predviđeno da će biti vezana za prenosnu mrežu, dočim distributivna poduzeća imaju vlastita stručna udruženja. Ujedno je tim zakonom izmijenjen donekle i predmet poslovanja Zajednica.

Već samo ovako ukratko nabačeni djelokrug poslova, koje je vršila Zajednica od njezinog osnutka do danas, pokazuje od kolike je važnosti bilo njezino postojanje za napredak elektroprivrede.

Zajednica danas broji oko 150 ljudi, mahom viših elektroprivrednih tehničkih i ekonomskih stručnjaka i ona tvori najvišu elektroprivrednu ustanovu u republici Hrvatskoj.

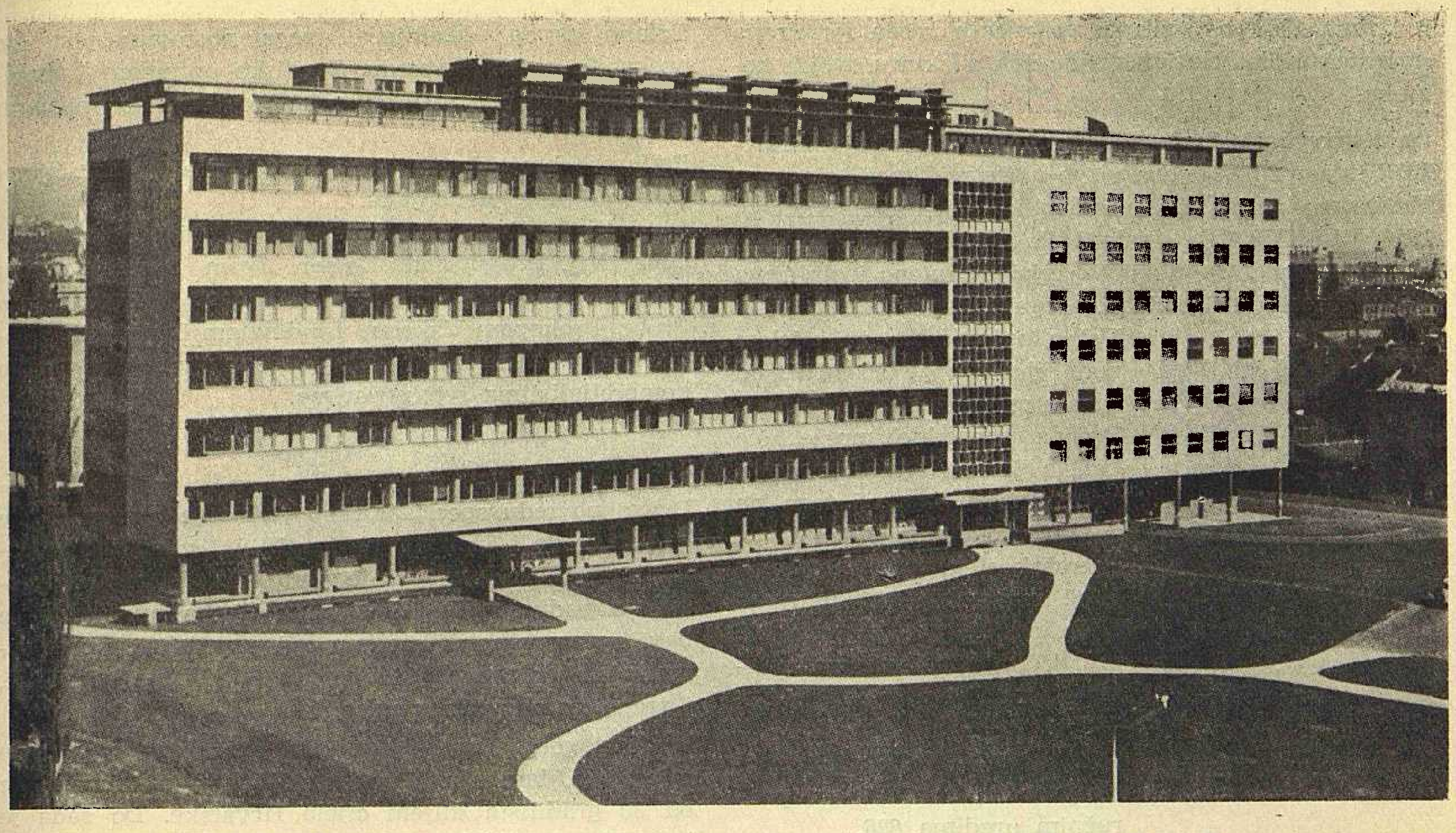
Na čelu Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske nalazi se od njenog početka glavni direktor Miloš Damjanić.

Njegovi su istaknuti suradnici: tehnički direktor ing. Vinko Horvat, šef pogonskog odjela ing. Alojzije Ščap, šef odjela za elektrifikaciju ing. Miljenko Nadinić, direktor privredno-računske službe Franjo Kovač, pomoćnik direktora privredno-računske službe Anđelko Marušić, šef ekonomskog odjela Danijel Feöcze, šef općeg odjela Ivan Medvedec, šef energetsko-dispečerske službe ing. Ivan Tkalčec, te brojni visokostručni suradnici: ing. Vladimir Žepić, ing. Mirko Bradač, ing. Franjo Cenčić, ing. Fedor Jelušić, ing. Radoslav Planić, ing. Ladislav Pađen, ing. Boris Lipnjak, ing. Milan Šodan, Rudolf Stock, Nikola Levandovski, i mnogi drugi iskusni inženjeri i ekonomiste s dugogodišnjom praksom u raznim elektroprivrednim poduzećima i ustanovama.

Elektrana — Zagreb

Termoelektrana u Zagorskoj ulici, odakle je prije pedeset godina, prostrujala prva električna energija žilama grada Zagreba, prošla je u poslijeratnom razdoblju organizacionih previranja, kroz nekoliko faza. Neko je vrijeme bila lokalnog, pa saveznog, pa ponovo lokalnog značaja, čas sa širim, čas sa užim djelokrugom rada.

Kada je pretvorena u samostalno poduzeće, njezina je glavna djelatnost bila proizvodnja električne energije i uz to vođenje kapitalne izgradnje velikih obje-



Zgrada Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske u Ulici proleterskih brigada br. 37.

kata za proizvodnju i prijenos električne energije u zagrebačkom području. Neko su vrijeme, do njihove demontaže, bila u sklopu poduzeća i elektrana na upojni plin u Koprivnici (do 1950.), te Diesel elektrana u Dubovcu kod Karlovca (do 1952.). Do siječnja 1957. bila je u sastavu elektrane i djelatnost prijenosa, koju je sa 1. I. 1957. god. preuzelo novoosnovano poduzeće ELEKTROPRENOS — ZAGREB .

Stjepan Šercl, direktor ELEKTRANE ZAGREB.

Poduzeće je gradilo i veliku termoelektranu KONJŠČINA u JERTOVCU, koja je ove godine postala samostalno poduzeće. Prema tome danas sačinjavaju poduzeće ELEKTRANE — ZAGREB, stara termoelektrana u Zagorskoj ulici, te hidroelektrana I. i II. u Ozlju. Uz to imade i samostalni odjel za kapitalnu izgradnju čiji je djelokrug rada — kako je to istaknuto na drugom mjestu — upravljanje i nadzor te tehničko i financijsko poslovanje u vezi izgradnje velikih elektroenergetskih objekata.

Jezgru osoblja, tehničkog i ekonomsko-administrativnog sačinjavaju kadrovi iz bivše Gradske električne centrale, koje je prekaljeno u radu i rodoljublju, odgojilo čitav niz novih suradnika, kojima su se mogli povjeriti i najsloženiji zadaci, naročito u vezi izgradnje novih objekata i kasnijeg upravljanja njima.

Danas je na čelu poduzeća ELEKTRANE — ZAGREB Stjepan Šercl, čovjek, koji je u toj elektrani stekao i svoju stručnu spremu i svoj politički i socijalistički odgoj.

Od zaslužnih trudbenika, koji još i danas zdušno vrše svoju dužnost u elektroprivredi grada Zagreba, na svojim radnim mjestima u elektrani dužni smo spomenuti i ove vrijedne trudbenike i suradnike: ing. Stjepan Pavljak, Ante Kršulović, Stjepan Kralj, ing. Zvonko Balog, Josip Magdić, Slavko Kezele, Đuro Mlinarić, ing. Krešo Grossinger, Dragutin Poduška, Adolf Sedlak, Albert Bubanj, Vlado Nikšić, Zvonko Belošević, Drago Kraljević. Nabrajati i sve ostale vrijedne i zaslužne suradnike odvelo bi nas predaleko. U svakom slučaju u kolektivu ima još nekoliko desetaka neobično zaslužnih drugova, koji se naročito ističu i koji su dobar dio svoga života posvetili napretku i prosperitetu poduzeća.

Elektra — Zagreb

Uz ELEKTRANU — ZAGREB, drugi među jednakima nasljednik bivše Gradske električne centrale, je poduzeće ELEKTRA — ZAGREB. I ovo je poduzeće prošlo kroz nekoliko faza razvoja i mijenjalo svoju organizacionu formu. Uglavnom je njegova djelatnost bila razdioba električne energije i elektrifikacija Zagreba i cijelog njegovog takozvanog šireg područja, koje je obuhvaćalo sjevernu Hrvatsku od Ogulina do Virovitice.

Ono preuzima preko Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske energiju iz pogona Elektrane — Zagreb, Hidroelektrane NIKOLA TESLA, Tribalj, zatim iz Slovenije i Bosne, te iz nekojih industrijskih elektrana u Hrvatskoj.

Do 1. srpnja 1957. poduzeće je imalo devet područnih ureda i to: Zagreb, Bjelovar, Karlovac, Koprivnica, Križ, Križevci, Sisak, Varaždin i Zabok. Putem ovih područnih ureda ELEKTRA je izvršila vanredno značajnu ulogu u elektrifikaciji sjeverne Hrvatske. Od

1. srpnja 1957. od ovih su područnih ureda formirana samostalna distributivna poduzeća u okviru svojih komuna.

Da bismo bolje ilustrirali opsežnost poslovanja ELEKTRE i zamašitost njene uloge u elektrifikaciji sjeverne Hrvatske iznijet ćemo nekoliko podataka. Koncem 1956. ELEKTRA je imala 1435 transformatorskih stanica, od toga u Zagrebu 554, čija je ukupna instalirana snaga iznosila 295 MVA, od toga u Zagrebu 197 MVA. Vršno opterećenje na cijelom području bilo je 90 MW, od čega otpada na Zagreb 60 MW. Dužina razvodne mreže, što kabela, što nadzemnih vodova, bila je 6.589 km, od toga na području Zagreba 2165 km. Potrošak električne energije u 1956. iznosio je 323 milijuna kWh, od čega u Zagrebu 207 mil. kWh, a ostatak na ostalom t. zv. širem području Zagreba.

Ante Lučev, direktor ELEKTRE ZAGREB.

Broj osoblja ELEKTRE iznosio je u Zagrebu 714, a u područnim uredima 626.

Poduzećem ELEKTRA — ZAGREB rukovodi već niz godina direktor Ante Lučev. Vrativši se iz borbe ulazi u elektroprivredu, gdje vrši razne dužnosti, što u Generalnoj, što u Glavnoj direkciji elektroprivrede. Uz direktora Lučeva moramo istaknuti i cijeli niz suradnika, što starih trudbenika iz bivše GEC, što novih požrtvovnih radnika na rješavanju elektroprivredne problematike Zagreba (koja je vrlo složena), kao što su: tehnički direktor Nikola Kožina, ing. Boris Tilić, ing. Josip Purec, Mirko Wolf, Gustav Majnarić, Aleksandar Rukavina, Branko Vulić, Tomo Tisaj, Stjepan Pogorelec, Jakov Bezerić, Danilo Lupis, Krešimir Čanić, Klement Heger, Vlado Marhofer, Mijo Zglav, Stjepan Justament, Juraj Jurišić (tragično poginuo na radu), Nada Bradač, Slavko Gršković, Franjo Kalbe, Dragutin Kebrić, Nikola Jurišić, Oto Kratković, Mirko Mirković, Stjepan Supek, Dragutin Vukić i mnogi drugi.

Elektroopskrba

Jedno od najranije osnovanih specijaliziranih poduzeća, proizišlo iz stare matice, GEC, je poduzeće Elektroopskrba. Osnovano je 1949. u Zagrebu sa svrhom da opskrbljuje elektroprivredna poduzeća u Hrvatskoj opremom i materijalom.

Potreba postojanja takovog poduzeća, koje će se baviti isključivo nabavom i dobavom materijala za elektroprivredu ukazala se odmah prvih dana iza rata. Pojedina elektroprivredna poduzeća nisu bila u stanju, da svako za sebe drži tehnički i komercijalni kadar i skladišta materijala za investiciono uzdržavanje i za nove investicije, pa je bilo neophodno potrebno stvoriti poduzeće, koje će se specijalno baviti nabavljanjem opreme i potrebnog materijala za elektroprivredu Hrvatske. Koliko je zamašno poslovanje Elektroopskrbe pokazuje njezin promet od preko šest milijardi dinara godišnje.

Tokom prvog desetljeća svoga postojanja ona je opskrbila elektroprivredu Hrvatske opremom i materijalom u vrijednosti od nekoliko desetina milijardi dinara.

Poduzeće broji danas oko 90 ljudi, elektrotehničkih i komercijalnih stručnjaka.

Na čelu je direktor Milan Mikuličić, sa suradnicima: ing. Dragutinom Kaiser, Ivom Šuste, Ivanom Petrovićem, Vladimirom Šklopanom, Zvonimirom Fröbe, Prokopom Vidicem, Ljudevitom Lončarom, Dragutinom Petruša, Vladislavom Bošan i mnogim drugim komercijalistima i tehničarima.

Dalekovod

Drugo po redu specijalizirano poduzeće osnovano iste godine, kada i Elektroopskrba (1949.), izdvojeno zapravo iz ELEKTRE odakle je preuzet i glavni dio osoblja, je poduzeće DALEKOVOD. Svrha mu je da se bavi općom elektrifikacijom NR Hrvatske, napose izgradnjom dalekovoda, kako mu to i samo ime kaže, i transformatorskih stanica.

U deset godina svoga opstanka ono se razvilo do te mjere, da danas broji preko 1200 ljudi sa nešto više od 30 gradilišta diljem cijele Hrvatske. Do sada je izgradilo oko 900 km dalekovoda 110 kV, nekoliko stotina kilometara 30 kV, te više tisuća kilometara vodova 10 kV i nižeg napona. Osim toga postavilo je transformatorske stanice 110 kV u Varaždinu, Slavonskom Brodu i Rakitju, tridesetak transformatorskih stanica od 30 kV i na stotine stanica 10 kV.

Poduzeće ima i svoju vlastitu radionicu željeznih konstrukcija, u kojoj izgrađuje godišnje oko 1000 tona željeznih konstrukcija, uglavnom željezno-rešetkastih stupova za dalekovode, kao i cjelokupnu željeznu opremu za vodove i TS 10—30 kV napona. Radionica se nalazi u Zagrebu i zaposluje oko 150 kvalificiranih radnika.

Osim toga ima poduzeće i svoju projektnu organizaciju, koja izrađuje projekte dalekovoda i transformatorskih stanica svih vrsti napona za potrebe ne samo NR Hrvatske, nego i ostalih republika, a u posljednje vrijeme izrađuje projekte i učestvuje na licitacijama i u inozemstvu (Egipat, Grčka i dr.).

Najznačajniji dalekovodi, projektirani i dovršeni jesu: Zagreb—Vinodol, Zagreb—Varaždin, Kraljevac—Split—Šibenik, Kraljevac—Dugi Rat, Jajce—Zagreb (dio na hrvatskom području), Konjščina—Resnik, Slavonski Brod—Osijek, Mostar—Split.

Sve je to ogroman posao i teško nam je izdvojiti iz tako velikog kolektiva one, koji su najzaslužniji. Ističemo ipak samo neke od njih: direktora Ivana Brusa, ing. Davorina Smokvinu, ing. Ranka Škaricu, ing. Miroslava Kocha, ing. Karla Fišera, ing. Bivala, ing. Wagmana, Osmana, ing. Bartole-a, S. Topalovića, Franceschi-a, Šantića, Matošić K., D. Penića, Vidakovića, Fotaka, Vidoševića, Rodmana, iako bi zapravo morali nanizati još nekoliko desetaka zaista vrijednih i marnih suradnika.

Elektroprojekt

Plan izgradnje i industrijalizacije zemlje uključivao je, što je samo po sebi razumljivo, prvenstveno iz-

gradnju elektroenergetskih objekata i postrojenja i pripadajućih im uređaja.

Godine 1950. osnovano je poduzeće ELEKTROPROJEKT sa sjedištem u Zagrebu, sa zadatkom da vrši projektiranje takovih objekata kao i sve radove, koji tome prethode. Kasnije je to djelovanje prošireno i na vodogradnje, te na modelska ispitivanja.

Najznačajniji projekti, koje je poduzeće do sada izvršilo jesu: HE Vinodol, He Ozalj II, HE Zavrelje, HE Peruča, HE Gojak, He Slapovi na Uni, idejni projekt HE Rječina, a momentano se izrađuju projekti HE Split i HE Senj. Od termoelektrana izrađeni su projekti TE Raša, TE Konjščina, rekonstrukcije TE Osijek, TE Županja, TE Belišće, TE Jugovinil, a u radu je projekt Toplane Zagreb. Osim toga su u poduzeću izrađeni projekti skoro svih transformatorskih stanica u Hrvatskoj.

U posljednje vrijeme angažirano je poduzeće i u inozemstvu, pa su tako izvršena brojna projektiranja i konzultacije u Burmi i Libanonu. Za Burmu su projektirane tri hidrocentrale i jedan projekt melioracija. Poduzeće broji danas oko 150 ljudi pretežno priznatih visokostručnih projektanata inženjera, tehničara i ostalih stručnjaka. Na čelu poduzeća je direktor ing. Ivo Glavočić uz glavne suradnike: ing. Žugaja, rukovodioca odjela za hidroelektrane i ing. Matjana, rukovodioca odjela za termoelektrane.

»Braća Kavurić«

Puni naslov ovog, također elektroprivrednog poduzeća, koji pokazuje ujedno i njegovu svrhu i zadatke, glasi: »BRAĆA KAVURIĆ«, poduzeće za projektiranje, montažu i izradu strojarske i elektroopreme u Zagrebu. Poduzeće je osnovano 1951., a niklo je iz remontne grupe pri tadašnjoj Generalnoj direkciji za elektroprivredu u Zagrebu. Ta je grupa imala zadatak da izvrši montažu postrojenja u Konjščini i montažno remontne radove u termoelektrani Vlaška. Kada je osnovano poduzeće je imalo svega 11 službenika i 27 radnika, a osnovna su mu sredstva iznosila jedva 280 tisuća dinara.

Kako se je razvijala elektroprivreda Hrvatske, tako su se i pred tu grupu odnosno, kasnije, poduzeće, postavljali sve noviji i noviji, sve veći i opsežniji zadaci. Danas je poduzeće već odavna prešlo granice republike Hrvatske, jer su i potrebe u drugim republikama velike, pa BRAĆA KAVURIĆI montiraju i grade širom cijele zemlje. Poduzeće ima danas 1300 ljudi, raspoređenih na 42 gradilišta. Te brojke najjasnije prikazuju neopisivi zamah elektroprivrede u Hrvatskoj, koja se je razvila i proširila u takovom opsegu, kakvog se još prije desetak godina nije moglo ni zamisliti. Poduzeće je dosad izgradilo cijeli niz kompletnih energetskih i industrijskih objekata, te izvelo strojne elektrotehničke i vatrotehničke radove, montaže i rekonstrukcije mjernih i regulacionih uređaja na nebrojenim objektima širom države.

I u ovom je poduzeću kičma stručnog kadra došla iz zagrebačke elektroprivrede tvoreći jezgru, koja se razvila i dala obilat plod. Na čelu poduzeća nalazi se direktor Svetozar Milidrag, a značajni su mu suradnici: ing. Dolibić, ing. Stipančić, Vlado Antolić, Franjo Hrs, Antun Hammer, Franjo Killer, Franjo Horvatić, Branko Vugrin, Benjamin Raljević, Ivan Naduh, Stjepan Plasaj i drugi.

Poduzeće se, osim montažnih radova, bavi i proizvodnjom zatvorenih, limom oklopljenih transformatorskih stanica, razvodnih uređaja u varenoj izvedbi; raznih vrsti industrijskih peći, rashladnih vitrina, komandnih pultova i komandnih ploča i t. d.

Institut za elektroprivredu

Brzi tempo elektroprivrednog razvitka zemlje bezuvjetno je tražio i osnivanje elektroprivrednih instituta, tim više, što je — osim problematike izgradnje elektroenergetskih baza, prenosnih vodova i uređaja, što je sve iziskivalo opsežne tehničke i ekonomske studije — postojao još i čitav niz stručnih problema iz područja opskrbe potrošača električnom energijom, koje je trebalo studijski obraditi.

Kao najpodesnije središte za rješavanje termoenergetskih pitanja i privredne problematike električnog gospodarstva pokazao se Zagreb. Zato je bivše savezno Ministarstvo elektroprivrede već 1948. osnovalo u Zagrebu Institut za elektroprivredu kao jedan svoj ogranak, koji je imao zadatak, da studijski obrađuje privredne i termotehničke probleme vezane uz elektrifikaciju zemlje.

Uslijed organizacionih promjena u elektroprivredi s jedne strane, te uslijed potrebe za intenzivnim studijskim radom u mnogo širem opsegu s druge strane, osnovan je početkom 1952. kao odjel Glavne direkcije elektroprivrede Hrvatske, INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU, koji 1953. postaje samostalna ustanova.

Zadaci Instituta su ukratko:

(1) da naučno obrađuje aktuelne probleme i razvoj elektroprivrede.

U tu svrhu

— prikuplja, sređuje i proučava dokumentaciju o razvitku elektroprivrede
— ispituje energetske baze i razvoj električnog konzuma, te razrađuje raspored uređaja za proizvodnju, prijenos i razdiobu električne energije
— rješava aktuelna pitanja za potrebe pogona i izgradnje elektroprivrednih postrojenja
— surađuje na rješavanju problema domaće proizvodnje elektrotehničkog materijala

(2) da naučno teoretski i eksperimentalno obrađuje toplinske probleme,

napose:

— da proučava korištenje domaćih toplinskih izvora
— da proučava razvoj i primjenu toplinskih procesa, postrojenja i materijala.

Djelovanje Instituta odvija se u dva odjela: elektroenergetskom i toplinskom, putem studijskih i laboratorijskih grupa.

U Institutu postoje i tri laboratorija: laboratorij visokog napona, laboratorij za telekomunikacije i elektroniku, te laboratorij za toplinska mjerenja.

Institut je do sada izradio i objavio preko stotinu studija i elaborata o elektroenergetskim sistemima, energetskim osnovama elektrana, prijenosu i razvodu električne energije, električnoj opremi za elektroprivredu, toplinskim procesima, privrednim pitanjima i statistici, a izdaje i stručni časopis »ENERGIJU«.

Danas Institut broji oko 90 članova, naučnih savjetnika i doktora tehnički znanosti, stručnih savjetnika i viših stručnih referenata i t. d.

Na čelu Instituta nalazi se ing. Herman Mattes, kao direktor, a glavni su suradnici: ing. Balling, ing. Baranović, ing. Dokmanić, ing. Feuerbach, ing Filipović, ing. Jamnicki, ing. Jerić, ing. Leskovar, ing. Lucati, ing. Markovčić, ing. Oštrić, prof. dr. ing. Požar, ing. Sakar, ing. Sprung, ing. Uzelac i mnogi drugi.

Elektroprenos

Najmlađe čedo, da ga tako nazovemo, elektroprivrede Zagreba je poduzeće ELEKTROPRENOS, koje je osnovano 1. siječnja 1957. Svrha mu je da održava postojeća i izgrađuje nova elektroprivredna prijenosna postrojenja u svojstvu investitora i to prvenstveno dalekovoda 110 kV i više, te transformatorskih stanica 110/30 kV.

ELEKTROPRENOS ZAGREB, osnovala je Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske fuzioniranjem grupa za prijenos raznih poduzeća. Još 1950. osnovan je u poduzeću ELEKTRANE-ZAGREB samostalan pogon »Prijenos«, kome su priključeni također samostalni pogoni PRIJENOS u HE NIKOLA TESLA, TRIBALJ, zatim pogon PRIJENOS u ELEKTRI-ZAGREB, te PRIJENOS u poduzeću ELEKTRO-SLAVONIJA, Osijek. Iz tih je pogona stvoreno 1957. poduzeće ELEKTROPRENOS-ZAGREB.

Poduzeće broji danas oko 170 ljudi, uglavnom visokokvalificiranih i kvalificiranih elektroprivrednih stručnjaka, a u pogonu imade momentano 860 kilometara dalekovoda visokog napona (Osijek-Brod, Nedeljanec-Söjtör, Nedeljanec-Kidričevo, Nedeljanec-Jertovec, Rakitje-Jertovec, Rakitje-Brestanica, Rakitje-Gojak-Vinodol, Rakitje-Vinodol, Rakitje-Klara, Klara-Resnik, Resnik-Jertovec, Resnik Jajce I i Jajce II, Matulji-Vinodol, Matulji-Divača, Matulji-Raša, Raša-Pula) i 9 transformatorskih stanica (110/50: Raša, Matulji, 110/30 kV: Osijek, Brod, Nedeljanec, Klara, Rakitje, Resnik, Sisak).

Direktor poduzeća je Rudolf Komparić, a tijesni su mu suradnici: ing. Bengeri, ing. Cvetković, ing. Stjepan Horvat, Ljub. Leko, ing. Mileusnić, ing. Miočka, Živko Petričić, ing. Zlatar i drugi.

Zaglavak

Prije pedeset godina, kada su na tadašnjem »Jelačić-placu«, današnjem Trgu Republike, plamule prve električne žarulje, u elektroprivredi u Zagrebu bilo je zaposleno svega oko 50 ljudi.

Danas radi u elektroprivredi u Zagrebu blizu 5000 ljudi, djelatnošću proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije.

Djelokrug rada elektroprivrednih ljudi u Zagrebu je već davno prešao međe grada i radi na dobrobit ne samo svoga, danas već polamilijunskoga glavnoga grada, nego i cijele NR Hrvatske, pa i čitave FNR Jugoslavije.

Pola stoljeća nije u historiji veliko razdoblje.

U životu čovjeka to je jedan ljudski vijek.

U životu elektroprivrede grada Zagreba, u životu ljudi, koji su je stvarali i bili uz nju vezani, to je razdoblje — naročito od 1945. do danas — razdoblje puno intenzivnoga stvaralaštva, puno napora da se zemlja što brže uzdigne iz zaostalosti i stupi u isti red s ostalim naprednim i razvijenim zemljama i narodima.

PERSPEKTIVE BUDUĆEG KORIŠTENJA POSTROJENJA STARE »ELEKTRANE« ZAGREB

Stjepan Šercl, Elektrana, Zagreb

621.311.22

U članku se iscrpno iznose podaci iz studije Instituta za elektroprivredu u Zagrebu od Ing. Ive Jamnickog: Optimalno korištenje termoelektrane Zagreb–zapad za daljinsko grijanje Zagreba – i prikazuju realne mogućnosti za temeljitu preorijentaciju rada ove stare elektrane na rad toplane. Ostvarenjem ovoga programa izvršit će se temeljni potezi moderne toplifikacije grada Zagreba, čime će on stati u red vodećih gradova Evrope u tom pogledu.

Kroz proteklih 50 godina postrojenje i kolektiv današnjeg pogona stare termoelektrane Zagreb u Zagorskoj ulici odigralo je važnu ulogu, jer je taj pogon do 1952. ili kroz 45 godina svog opstojanja bio energetska baza razvoja cjelokupne privrede grada i njegove okolice.

Od 1952. godine na dalje u jeku dinamične izgradnje novih elektroprivrednih izvora i visokonaponske mreže, koja je započela iza Oslobođenja, ulaze u pogon novi izvori hidroelektrana i termoelektrana, a paralelno niču dalekovodi visokog napona, koji sve šire povezuju nove izvore sa konzumnim područjem Zagreba i njegove šire okolice.

U radoblju od 1951. do 1957. godine udio prozivodnje Pogona Elektrane Zagreb u Zagorskoj ulici u ukupnoj energiji, koju je konzumiralo područje šireg Zagreba, sve više opada.

Niski parametri pare, dotrajalost većine turboagregata, neracionalan rad postrojenja, uz sve manji godišnji opseg proizvodnje, čine da je cijena jedinice proivodnje u stalnom usponu.

Stara Zagrebačka elektrana troši za proivodnju 1 kWh samo za gorivo oko 10 dinara. Uz ovu cijenu i ostale velike stalne troškove, ona će u budućnosti moći raditi samo unutar svog konzumnog područja, a u vrijeme najvećih nestašica električne energije.

U veljači 1956. stavljena je van pogona turbina V od 10 MW i time je grlo proizvodnje, koje je dotada bilo stalno u kotlovnici, prešlo u strojarnicu.

Od tada elektrana stalno raspolaže izvjesnim viškom kotlovskih kapaciteta u okviru ukupnog maksimalnog trajnog učina kotlovnice od 130 t/h. Nuzgred valja spomenuti, da je generator rashodovanog turboagregata br. V preuređen tako, da može trajno raditi kao popravljač faktora snage na mreži 5 kV i da se kao takav uspješno koristi. Napuštanje ovog kompenzatora i njegova sinhronizacija vrši se normalno pomoću turboagregata br. IV (2MW), koji je gotovo van pogona.

Povezivanjem sjeverozapadnog elektroenergetskog sistema sa centrumom u Zagrebu sa DV 110 kV Zagreb - Jajce i razmjenom električne energije između centralnog i sjeverozapadnog sistema, pomaknula se je maksimalna kriza energije iz zimskog perioda od 12. do 4. mjeseca na period kasnog ljeta do jeseni (od 8. do 10. mjeseca). Time je došlo i do pomicanja maksimalnog opterećenja termocentrale iz zimskog perioda na period od kasnog ljeta do jeseni, što je omogućilo još izrazitije oslobođenje znatnog dijela kotlovskih kapaciteta elektrane u zimskom periodu, t. j. u periodu zimskog grijanja.

Ovako nastale nove okolnosti u kojima se je našao kolektiv stare TE Zagreb, tražile su od njega da nađe rješenje za budućnost ovog pogona.
Pitanje se je postavljalo:

Da li ići putem odumiranja pogona kao aktivnog energetskog izvora, postepenim smanjenjem godišnjeg opsega proizvodnje električne energije i njegovim prijelazom u potpunu hladnu rezervu i, vremenom, u konačnu likvidaciju, ili

naći mogućnost stalnog i sistematskog korištenja oslobođenih kotlovskih kapaciteta putem proizvodnje i isporuke toplinske energije (pare za industriju i tople vode za grijanje).

Predhodna studija, koju je po narudžbi Elektrane Zagreb izradio Institut za elektroprivredu u Zagrebu, uz sistematski provedene ankete, pokazala je, da postoje realne mogućnosti za temeljitu preorijentaciju rada ove stare elektrane na rad toplane.

Ona se može upotrebiti za snabdijevanje parom nekoliko velikih industrija, bolnica i za daljinsko grijanje niza objekata u zapadnom dijelu grada, a eventualno i kao ispomoć novoj velikoj toplani na Žitnjaku za grijanje centralnog područja grada.

Račun pokazuje, da je korištenje stare elektrane za daljinsku isporuku topline rentabilno. Time će se ona pretvoriti u Toplanu Zagreb — Zapad — TZZ — i tako doprinjeti ekonomiji i racionalizaciji snabdijevanja toplinskom energijom.

Ove mogućnost osnivaju se na niže navedenim činjenicama:

Stanje pogonskog postrojenja stare Elektrane Zagreb

1). I pored dotrajalosti turbinskog postrojenja (osim turbine I) stanje kotlovskog postrojenja je takovo, da može uz nenapregnut pogon i uredno održavanje služiti još dulji niz godina. Kotlovno postrojenje TZZ sastoji se danas iz 5 parnih kotlova, tlaka 16 atp. Ukupni kapacitet iznosi 130 t/h.

Turbinsko postrojenje ima 3 agregata, čije su stvarne snage 15, 5 i 2 MW. Odbivši vlastiti potrošak elektrane, grijanje Rade Končara, zatim uzevši u obzir, da su agregati od 5 i 2 MW nesposobni za trajniji pogon, ostaje trajno iskoristiva snaga elektrane od 14 MW. Potrošnja pare (uključivo zagrijavanje napojne vode) kod raznih stupnjeva opterećenja generatora i slobodni kotlovski kapacitet odnose se kako slijedi:

Proizvodnja na pragu elektrane MW	Kotlovi u radu kom	Kapacitet t/h	Potrošnja pare t/h	Slobodna para t/h
14	5	130	90	40
6	4	100	40	60
0	3	75	5	70
0	4	95	5	90

Jakim naprezanjem može se dodavanjem mazuta izuzetno povećati proizvodnja kratkotrajno za oko 15%. Potrošnja topline u gorivu za proizvodnju 1 kWh na pragu elektrane, kreće se oko 6700 kcal/kWh.

Troškovi rada po 1 kWh na pragu elektrane iznose kod cijene ugljena od 1,3 Din/Mcal oko 10 Din/kWh.

Troškovi snage, t. j. troškovi nezavisni od obima proizvodnje iznose oko 250 mil. Din/god. U stalnim troškovima amortizacija iznosi 120 mil. Din/god. Jedan dio te amortizacije otpada na električno rasklopno postrojenje i popravljanje cos φ.

Može se očekivati, da će kotlovnica moći proizvesti još cca 100 milijuna tona pare (oko 100 t/h kroz 100.000 sati, t. j. 20 godina po 5000 h svaki kotao).

U kotlovnicu bi se u postojeći građevni prostor mogao smjestiti još jedan kotao oko 40 — 50 t/h.

Turboagregati su, kako je naprijed rečeno, izmoreni, pa će jedino turboagregat I (15 MW) uz zamjenu lopatica moći još raditi cca 80.000 sati. U strojarnici postoji slobodno mjesto za jedan turboagregat.

2). Pomoćna postrojenja kao uređaji za napajanje, rashladni uređaji, transport ugljena, odvoz drozge, priprema mazuta i t. d. su u urednom stanju i mogu također besprikorno posluživati kotlove i turbine.

3). Cjelokupni elektrouređaj, naročito 5, 10 i 30 kV je posljenjih godina kompletno obnovljen i nalazi se u besprikornom stanju.

4). Radionice i Kemijski laboratorij su dobro opremljeni i u odličnom stanju.

Potrošnja topline područja Zagreb zapad i centar te troškovi njezine individualne dobave

Potrošači topline u zapadnom dijelu Zagreba mogu se razdijeliti u dvije grupe:
a) Područje Černomerec, b) Područje Trešnjevka sa spojem na područje Trnje

a) Područje Černomerec

U području Černomerec nalazi se veći broj velikih potrošača topline. Glavni veliki potrošači su industrije (Pliva, Tvorpam, Pivovara i Franck) i 3 bolnice. Oni svi trebaju toplinu u obliku pare. U idućim godinama bit će još jaki potrošači i neki javni objekti u Černomercu, Ilici i ulici Lole Rbara, koji se od individualnog loženja u pećima preudešavaju na centralno grijanje.

Potrošnja pare sa odavanjem topline po 0,62 Gcal/tona područja Černomerec predviđa se za godinu 1963. vršno sa 70 t/h i godišnje sa 250 hiljada tona. Potrošnja topline prema tome je 43 Gcal/h odnosno 160 Tcal/god.

Kod individualne proizvodnje potrebne pare bilo bi za područje Černomerec potrebno:

Topline u gorivu	300	Tcal/god
Novih investicija	300	MDin
Godišnji troškovi iznosili bi:		
Troškovi energije ukupno	540	MDin/god
Troškovi snage (nove + stare instal.)	100	MDin/god
Ukupni troškovi	640	MDin/god
Cijena pare i topline iznosila bi prosječno		
Cijena pare	2,5	Din/kg
Cijena topline	4,0	Din/Mcal

b) Područje Trešnjevka i Trnje

U području Trešnjevke potrošači se mogu razdijeliti u 3 ogranka, za koje se u 1963. godini predviđa slijedeću potrošnju topline:

Ogranak	Satno srednje zimsko	Gcal/h vršno	Godišnje Tcal/god
Zapad	9	12	16
Jug	5	8	11
Istok	4	6	11
Svega	18	26	38

Kod individualne proizvodnje topline kod tih potrošača bilo bi potrebno u 1963. godini za područje Trešnjevka

Toplina u gorivu	74	Tcal/god
Investicije	240	MDin
Troškovi godišnje iznosili bi		
Troškovi energije	144	MDin/god
Stalni troškovi (nove + stare instalacije)	43	MDin/god
Ukupni troškovi	183	MDin/god
Cijena topline srednja	4,8	Din/Mcal

Mogućnost isporuke topline iz TZZ

Proizvedena para u TZZ ima srednji tlak 15 atp, temperaturu 380°C, sadržaj topline 0,77 Gcal/tona. Napojna voda ima 70° C, tako da je ekvivalent proizvodnje 1 t pare toplina od 0,7 Gcal/tona.

Kako je prije pokazano termoelektrana bi uz postojeće kotlovne agregate mogla isporučivati 70 do 90 t/h pare = 50 do 60 Gcal/h topline u vrijeme kada ona ne proizvodi električnu energiju. Kad ona radi sa današnjim tehničkim minimumom od 6 MW sa 4 kotla, ostaje slobodan kotlovni kapacitet od oko 60 t/h = 40 Gcal/h. Kod isporuke u mrežu od 14 MW uz rad svih 5 kotlova t. j. u vrijeme nestašice električne energije u mreži, ostaje slobodni kotlovni kapacitet od 40 t/h, t. j. cca 30 Gcal/h.

S obzirom na potrebu osiguranja maksimalne električne proizvodnje za mrežu od 14 MW, mora se u I. etapi isporuke toplinske energije iz »Elektrane«, t.j. do postavljanja još jednog kotla, isporuka ograničiti na garantirani minimum od cca 30 Gcal/h odnosno 40 t/h, pare. Uz sadašnjuu instalaciju može se veći dio pare isporučivati samo kao direktnu paru iz kotlova, reduciranu i ohlađenu na pogodnu temperaturu. Na turboagregatu I (15 MW) postoji mogućnost ugradnje uređaja za neregulirano oduzimanje pare do 20 t/h. Ovaj uređaj bit će stavljen u pogon do zime 1958/59. Kod isporuke topline u obliku vrele vode dolazi i uz sadašnju instalaciju u obzir predhodno korištenje zagrjevne pare za proizvodnju električne energije. Para bi se pri tomu dijelu koristila na povišenom vakuumu iz turboagregata 2 MW, a dijelom oduzimala iz turboagregata 15 MW.

U II. etapi pretvaranja elektrane Zagreb u Toplanu, može se postaviti još jedan parni kotao kapaciteta do 50 t/h tlaka 40 atp, sa protutlačnim agregatom snage cca 2,5 MW. Garantiranu količinu isporuke pare moglo bi se tada povisiti na cca 90 t/h pare odnosno 60 Gcal/h topline. Nakon dovršenja II. etape pregradnje zagrebačke elektrane u toplanu, novi blok kao mnogo ekonomičniji i pouzdaniji proizvodio bi kroz cijelu godinu prema temeljnoj krivulji potrošnje pare za priključenu industriju i bolnice, koja je krivulja približno izravnata kroz cijelu godinu, dok bi stari kotlovi ulazili u pogon prvenstveno za vrijeme perioda zimskog grijanja ili u časovima potrebne proizvodnje električne energije po nalogu dispečera u kondenzacionom pogonu.

Tlak izlazne pare iz novog agregata mijenjao bi se prema isporuci pare potrošačima i proizvodnji električne energije u kondenzacionim agregatima.

Prijedlog izvedbe daljinskog grijanja iz TZZ

1). Grijanje područja Černomerec vršilo bi se isključivo parom.

2). Područje Trešnjevka grijalo bi se isključivo vrelom vodom; ovo grijanje vezalo bi se sa grijanjem područja Trnje iz nove Toplane na Žitnjaku.

Provedba daljinskog grijanja izvela bi se iz TZZ u dvije glavne etape.

U prvoj etapi izgradnje izvela bi se osnovna parna razvodna mreža na području Černomerec sa dovodom pare na tu mrežu, te spoj na vrelovodnu mrežu Toplane Žitnjak. U samoj Termoelektrani ZZ izvele bi se samo najnužnije dopune. Glavne radove izgradnje vršilo bi se u toku 1959. i 1960. Snabdjevanje toplinom u I. etapi daljinskog grijanja iz TZZ započelo bi predvidivo već krajem 1959. godine.

U drugoj etapi izgradnje postavlja se u TZZ još jedan parni kotao tlaka 40 atp i jedan protutlačni turboagregat i dopunjuju se razvodne mreže na području Černomerca i Trešnjevke.

Glavni radovi vršili bi se u 1963. i 1964. godini, tako da bi oko 1965. započela II. etapa pogona daljinskog grijanja iz TZZ. Zbog ograničenog kotlovnog kapaciteta u elektrani, ne bi se u I. etapi moglo priključiti sve reflektante na daljinsko grijanje, već u prvom redu one, kojima bi bilo potrebno postavljati nove kotlovne instalacije. Nadalje bi se kod glavnih potrošača zadržalo postojeće bolje parne kotlove, tako da bi oni mogli biti

stavljeni u pogon u slučaju potrebe. Da li će posljednje stavljanje u pogon biti stvarno potrebno i da li će ono biti potrebno još i u II. etapi, pokazat će stvarne prilike.

a). Područje Černomerec

U području Černomerec priključilo bi se u I. etapi oko 85 % potrošnje svih reflektanata daljinskog grijanja.
Potrošnja pare i topline kod potrošaća iznosila bi prema tome u 1963. godini:

Isporuka	Para zima	Para ljeto	Toplina zima	Toplina ljeto
Vršna	60	34 t/h	37	21 Gcal/h
Srednja	48	29 t/h	30	18 Gcal/h
Godišnje	210 kt/god		130	Tcal/god

Uz gubitak prijenosa topline od 8 % dobiva se potrebna isporuka topline iz TZZ od

Isporuka	Zima	Ljeto
Vršna	40	23 Gcal/h
Srednja	32	19 Gcal/h
Godišnja		140 Tcal/g

Parovod bi se vodio duž industrijskog kolosjeka Elektrane do mosta na Selskoj cesti, gdje bi nadzemno prešao prugu.
Ovdje bi se razgranao na zapadni ogranak prema Plivi i Pamučnoj industriji i istočni ogranak na koji bi se priključili ostali potrošaći . Stvarna duljina parovoda I. etape bila bi:

Dovod do mosta i glavni razvod	3,8 km
Priključni razvod	21,1 km

Najveći promjer cijevi bio bi 300 mm.
U elektrani bi se u I. etapi postavilo: redukciona stanica sa hladiocem pare, postrojenje za otprašivanje dimnih plinova i jedan slog pripadnih cijevovoda s armaturom.
U području Černomerec najhitnija je dobava pare Plivi, koja bi priključak morala dobiti već krajem 1959.

b). Područje Trešnjevka — Trnje

U području Trešnjevke izveo bi se vod vrele vode od Elektrane do priključka na mrežu Toplane Žitnjak na raskršću Savske ceste i ulice Proleterskih brigada. Zapadni ogranak, prema *Rade Končaru* već postoji, a južni ogranak do ZET-a u I. etapi ne bi se izvodio. Istočni ogranak izveo bi se sa cijevima promjera 250 ϕ a imao bi duljinu oko 1,8 km.
U Elektrani bi se za grijanje vode iskoristilo kondenzator turboagregata br. 4 (2 MW), koji bi se agregat preradio, izostavljanjem zadnjih lopatica ili kola, za rad sa smanjenim vakuumom. Nadalje bi se postavilo zagrijače vode putem pare oduzete iz agregata br. I. (15 MW), odnosno svježe pare iz kotlova. Između kondenzatora i zagrijača morala bi se postaviti centrifugalna pumpa. Jednu pumpnu stanicu postavilo bi se i na mjestu priključka obih mreža.
Kapacitet ovog dalekovoda bio bi kod 60° C razlike izlazne i ulazne temperature vode oko 20 Gcal/h za područje Trnje, uz istovremeno 8 Gcal/h za područje Trešnjevka, što iznosi u Elektrani oko 30 Gcal/h. Ovako velika isporuka dolazi naravno u obzir samo u vrijeme kada u elektranama ne treba proizvoditi električnu energiju. Maksimalni kapacitet može se godišnje iskoristiti sa cca 1500 h. Godišnja isporuka topline iz TZZ iznosila bi dakle oko 45 Tcal/god.

Investicije i troškovi pogona kod daljinskog grijanja

a) Područje Černomerec

Investicija za parnu mrežu iznosila bi u I. etapi oko 320 milijuna dinara od čega otpada na razvod 190 MDin, a na priključenje 130 MDin.
U ovom je oko 40 MDin deviza; glavnom za mjerenja i kontrolu, te za redukcione instalacije.
Investicija u Elektrani iznosi oko 80 MDin, od čega su 20 MDin devize.
Ukupna investicija iznosi prema tome

$$320 + 80 = 400 \text{ MDin.}$$

Stalni troškovi, uključivo amortizacije postojećih kotlova kod potrošača, računajući sa 15% na nove investicije godišnje iznose

$$T_s = 400 \times 0{,}15 + 40 = 100 \text{ MDin/god.}$$

Troškovi energije uz cijenu goriva od 1,3 Din/Mcal i 0,2 Din/Mcal za ostale troškove iznose

$$T_e = (140 : 0{,}70) \,.\, 1{,}5 = 300 \text{ MDin/god.}$$

Ukupni su troškovi

$$T_u = 100 + 300 = 400 \text{ MDin/god.}$$

Cijena pare i topline kod potrošača bila bi:

$$C_{para} = 400 : 210 = 1{,}9 \text{ Din/kg,}$$
$$C_{topl} = 400 : 130 = 3{,}1 \text{ Din/Mcal.}$$

Cijene su dakle za cca 25% manje od cijena kod individualne proizvodnje topline kod potrošača.

b) Područje Trešnjevka — Trnje

Investicioni troškovi iznose:

Vod vrele vode sa armaturom i montažom	100 MDin
Zagrijači, cijevovodi s armaturom i pumpe u Elektrani sa montažom	70 MDin
Svega	170 MDin

Spoj TZZ na mrežu Toplane Žitnjak tvori međusobnu rezervu za oba izvora i to u visini od vrška tereta 20 Gcal/kg/h.
Kotlovsko postrojenje Elektrana sa pripadnim postrojenjima za ugljen, šljaku, napojnu vodu, te kotlovnicom i dimnjakom stoji najmanje 15 MDin/Gcal/h. Vrijednost izvedenog spoja iznosi prema tome najmanje:

$$200 \,.\, 15 = 300 \text{ MDin.}$$

Ova vrijednost je najmanje dva puta veća od ukupne investicije izvedbe cijelog spoja između obih toplana. Rezerva od 20 GWh koju bi Termoelektrana Zagreb Zapad tvorila budućoj Toplani Žitnjak opteretila bi dobavu topline tom području sa 0,2 Din/Mcal.

Cijene topline dobavljene potrošačima područja Trešnjevke kod dobave iz TZZ iznosila bi 3,8 Din/Mcal. Ovo je za cca 20% niže od cijene 4,8 Din/Mcal izračunata kao srednja cijena kod individualnog centralnog grijanja područja Trešnjevke.

Financiranje svih navedenih radova predviđa se:
a) iz vlastitog fonda amortizacije za zamjenu stare Elektrane Zagreb.

b) iz pozajmica iz neraspoređenog dijela fondova amortizacije za zamjenu udruženih poduzeća elektroprivrede NRH.

c) iz učešća priključenih industrija i bolnica, potrošača industrijske pare i objekata interesenata za daljinsko grijanje.

Pretpostavlja se, da ukupne investicije za ovu rekonstrukciju stare zagrebačke elektrane u toplanu, računajući I. i II. etapu sa novim modernim filterima dimnih plinova ne će prijeći svotu od ukupno 1.600 milijuna dinara.

Uloga TZZ u elektroprivrednom sistemu Jugoslavije

Tehničko ekonomska analiza odnosa hidroelektrana i termoelektrana, te pogonskih karakteristika posljednjih, pokazuje, da će nakon 1962., t. j. kad budu izgrađeni novi elektroprivredni objekti, koji su odobreni u 1958., elektrane čiji su radni troškovi 10,0 Din/kWh, trebati raditi prosječno sa iskorištenjem svojega kapaciteta od svega samo 600 h godišnje. Termoelektrana Zagreb Zapad postala bi prema tome čista dopunska termoelektrana.

Analiza ukupnih troškova pokazuje, da se držanje stare zagrebačke termoelektrane u hladnoj rezervi sa srednjim godišnjim korištenjem kapaciteta od 600 h može isplatiti u slučaju, ako ona ima raspoloživu snagu od najmanje 14 MW računato na pragu elektrane. Za držanje i ulazak te rezerve u rad u slučaju potrebe, rentira se elektroprivredi Jugoslavije davati »Elektrani« Zagreb doprinos od 250 milijuna dinara godišnje i iznos od 10,0 Din za svaki proizvedeni kWh električne energije na pragu »Elektrane«. Time se točno pokrivaju troškovi dalnjeg opstojanja i rad ove elektrane.

Kod garantirane snage od 20 MW na pragu doprinos za snagu mogao bi se povećati na 300 MDin godišnje. Sa postojećom instalacijom ne može se međutim garantirati 20 MW zbog mogućnosti ispada kotlova. 14 MW može se međutim uzeti kao vrlo realnu vrijednost, kod koje ostaje još slobodni kotlovni kapacitet od 40 t/h kako je navedeno već ranije.

Zaključak

Iz naprijed navedenog može se zaključiti:

1) Stara zagrebačka elektrana treba i u bližoj i u daljnjoj budućnosti vršiti ulogu dopunske termoelektrane u elektroprivrednom sistemu FNRJ.

2) Slobodne kotlovne kapacitete treba iskoristiti za daljinsko grijanje zapadnog dijela Zagreba i to područja Černomerca pomoću pare, a područja Trešnjevke pomoću vrele vode.

3) Cijena topline u pari i u vreloj vodi bit će za cca 25% niža od cijene, koja se postizava kod individualne opskrbe toplinom, odnosno proizvodnje topline kod pojedinih potrošača.

4) Prethodnom studijom treba hitno ispitati opurtunost dogradnje još jednog kotla od cca 40—50 t/h na višem pritisku i odgovarajućeg protutlačnog turboagregata II. etape u preorijentaciji ove elektrane u toplanu.

U cilju provedbe gornjeg, Elektrana Zagreb pristupila je već izradi programa izgradnje i glavnog projekta za izgradnju parne mreže (Černomerec) i toplovodne mreže (Trešrjevka), kojom će se u I. etapi prenositi toplinska energija do potrošača. Nadalje u 1958. godini izvršit će se narudžba kompletnog novog uređaja za filtriranje dimnih plinova cjelokupnog današnjeg kotlovskog postrojenja. Suvišno je nabrajati od kakove je prednosti za razvitak grada i higijenskih prilika života, likvidacija desetine dimnjaka, transporta ugljena, pepela i šljake i t. d.

Ovakove rekonstrukcije su uspješno izvršene u starim elektranama u drugim zemljama, naročito u Poljskoj (Centrala *Powisle* u Waršavi, Wroclaw i dr.).

U Institutu za elektroprivredu Zagreb nalazi se u završnoj fazi izrada studije o dogradnji novog bloka, kao II. etape pretvaranja elektrane u toplanu.

Ako ovu rekonstrukciju promatramo u sklopu započete izgradnje velike nove toplane snage 64 MW u Žitnjaku onda možemo konstatirati, da će se ostvarenjem ovog programa položiti temelji moderne toplifikacije grada Zagreba i da će on u tom pogledu time ući u red vodećih gradova Europe.

Tako stara zagrebačka elektrana u Zagorskoj ulici, nakon svoje 50 godišnjice života i rada, neće ići u očekivanu mirovinu, već će putem ostvarenja rekonstrukcije u Toplanu Zagreb — Zapad, doživjeti svoju obnovu i tako pomlađena služiti još dugi niz godina interesima grada Zagreba i naše socijalističke privredne izgradnje.

PRIKAZ PROJEKTA TOPLANE U ZAGREBU

Ing. Juraj Mihajlov, Zagreb

621.311.22(083.9)

Predviđa se u južnom dijelu Zagreba termički konzum od 600.000 t pare za industrijske svrhe i 200.000 t za grijanje prostorija, čime će se dobiti oko 150 milijona kWh električne energije. Toplana će imati i kondenzacioni dio kojim će se normalno proizvoditi oko 250 milijona kWh godišnje u povezanu mrežu 110 kV. Ugljena baza su malovrijedni ligniti u području sjeverozapadne Hrvatske. Lokacija toplane je na jugoistočnom rubu Zagreba, na rijeci Savi. U prvoj etapi biti će instalirano 64 MW i 2 kotla po 170 t/h. Toplinska mreža za industrijske svrhe biti će za paru 5 ata, a za ogrjevne svrhe za vodu maks. 130 °C.

1. Energetska baza toplane

Svjetske zalihe klasičnih goriva su ograničene, te se mora računati sa njihovim iscrpljenjem u roku od narednih 100 godina.

Problem iskorišćenja nuklearne energije u energetske svrhe tehnički je riješen, ali pitanje ekonomske proizvodnje električne energije u nuklearnim elektranama zahtijeva još daljnja istraživanja skopčana sa rješavanjem mnogih kompliciranih problema naročito iz oblasti metalurgije i tehnologije.

Prema tome potrebna je štednja klasičnih goriva. Međutim termički stepeni iskorištenja goriva u najekonomičnim savremenim kondenzacionim elektranama, uz upotrebu pare nadkritičnih tlakova i temperatura iznad 600° C, još uvijek iznosi najviše 40%. Međutim osim daljnjeg povećanja parametara svježe pare, postoji još drugi put poboljšanja ovog stepena iskorišćenja, a to je povezivanjem proizvodnje električne i termičke energije, kod čega odrađena u turbinama para može biti iskorišćena u industrijskim tehnološkim procesima i u svrhu ogrjeva. Ovaj termički proces upotrebljava se u specijalnim energetskim postrojenjima — toplanama.

Grad Zagreb raspolaže danas sa veoma povoljnim uvjetima za izgradnju ovakove toplane. Najveći dio njegove industrije, i to one koja treba za svoj tehnološki proces toplinsku energiju, koncentriran je u istočnom dijelu grada. Ovdje se nalazi danas 41 objekt pretežno prehrambene i prerađivačke industrije, pa se predviđa i daljnja izgradnja novih industrijskih postrojenja. U istom području nalaze se i nove četvrti grada sa mnogospratnim stambenim i uredskim zgradama, koje trebaju toplinsku energiju za svoj ogrjev i za pripremu tople vode.

Prema provedenoj anketi industrijskim postrojenjima u istočnom dijelu grada potrebno je godišnje 600.000 t tehnološke pare, dok su daljnjih 200.000 tona potrebne za ogrjev zgrada.

Danas se industrijska para u ovim tvornicama proizvodi u 78 pretežno zastarjelih i neekonomičnih parnih kotlova, dok u ogrjevne svrhe svaka od novijih zgrada posjeduje vlastitu kotlovnicu sa nekoliko ogrjevnih kotlova. Svi ovi kotlovi troše za svoj pogon pretežno vsiokovrijedna goriva i to većinom krupnu vrst mrkog ugljena u kojem smo deficitarni.

Nova toplana trošiti će za pogon svojih velikih modernih kotlova isključivo sitnu vrstu lignitskih ugljena, kojim raspolažemo u dostatnoj količini. Radi toga će se izgradnjom toplane uštediti godišnje na području grada Zagreba cca 200.000 tona mrkog ugljena, zamijenivši isti lignitom.

Stanje planiranog razvoja ugljenika u sjeverozapadnom dijelu NR Hrvatske prikazano je u tablici 1.

Proizvodnja i potrošnja mrkog ugljena i lignita u sjeverozapadnom dijelu NR Hrvatske (u 1000 t)

Tablica 1

Red. br.		Mrki ugljen			Lignit		
		1955	1960	1963	1955	1960	1963
1	Proizvodnja	395	412	430	900	1763	2300
2	Potrošnja	1385	1470	1710	954	1582	1807
3	Termoelektrane	90	—	—	190	780	708
4	Višak	—	—	—	—	+231	+493
5	Manjak	—900	—1058	—1280	—54	—	—

(Podaci Stručnog udruženja rudnika NRH)

Iz tablice 1 se vidi, da će rudnici sjeverozapadnog dijela NR Hrvatske raspolagati sa potrebnim za pogon toplane količinama lignita, dok će se u pogledu mrkog ugljena deficitarnost još dalje povećati, tako da će ušteda 200.000 tona istog u industrijskim pogonima grada Zagreba biti od znatne koristi.

Osim lignita nova toplana trošiti će u svom pogonu i stanovite količine zemnog plina, i to pretežno kaptažnog plina, koji se dobiva zajedno sa naftom i danas većinom neiskorišteno suklja u zrak.

U pogledu osiguranja Zagreba potrebnim količinama električne energije, nova toplana igrati će ulogu dopunske i rezervne elektrane. Njezini će turboagregati raditi punom snagom za vrijeme malih voda u hidroelektranama, proizvodeći visokovrijednu dopunsku energiju. Isto tako osiguravat će toplana dobavu potrebnih količina električne energije za vrijeme prekida dobave iz vanjskih elektrana, igrajući kod toga ulogu lokalne rezerve.

U ostalo vrijeme godine toplana će proizvoditi samo otpadnu električnu energiju u protutlačnom pogonu, trošeći za ovu proizvodnju samo 1200 kcal/kWh, uz upotrebu njezinih generatora za proizvodnju jalove energije u svrhu poboljšanja uvjeta prenosa radne energije iz vanjskih elektrana.

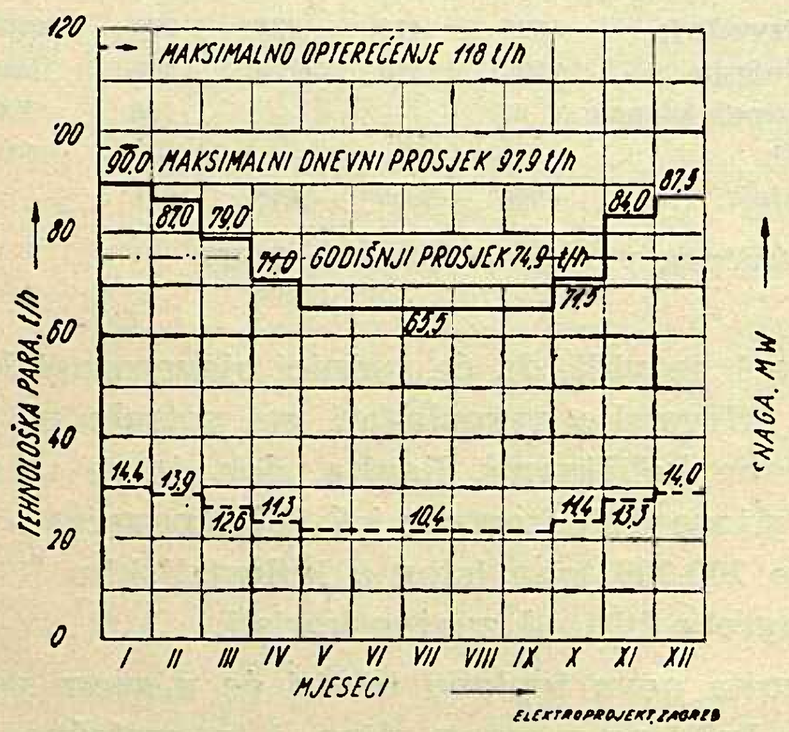
Struktura snabdjevanja grada Zagreba električnom energijom nakon Oslobođenja potpuno se promijenila. Dok se prije i za vrijeme rata grad Zagreb opskrbljivao skoro isključivo strujom iz stare elektrane Zagreb, danas se pretežni dio potrebne električne energije dobavlja iz vanjskih hidro — i termoelektrana na području ne samo NR Hrvatske, nego većim dijelom i LR Slovenije i NR Bosne i Hercegovine. Odsutnost lokalne rezerve bila je uzrokom, da je svaki prekid vanjske dobave uslijed defekata na dalekovodima ili trafostanicama potpuno poremećavao život u gradu Zagrebu uz prekid rada u industrijama, što je bilo skopčano sa

velikim gubicima. Nakon stavljanja u pogon nove toplane ista će osigurati nesmetan rad industriji i u slučaju prekida vanjske dobave, jer će u ovom slučaju njezini turboagregati proizvoditi neophodnu količinu električne energije za potrebe najosjetljivijih potrošača grada Zagreba.

2. Termički i električni konzum elektrane

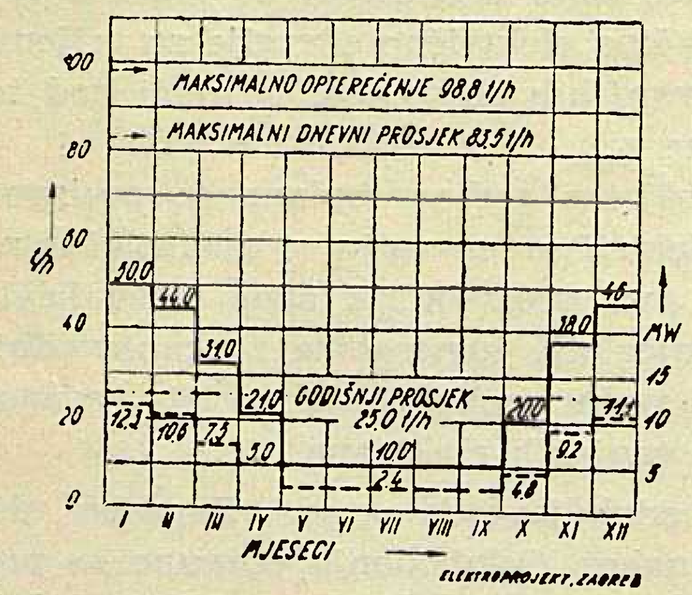
2.1 Termički konzum

Vremenska raspodjela termičkog konzuma, koji će snabdjevati iz svog pogona nova toplana, veoma je povoljna, zahvaljujući tome, da nekoliko većih industrija imaju 24-satni pogon uz minimalnu varijaciju potroška zimi i ljeti. Uslijed toga planirano vrijeme iskorišćenja industrijskog konzuma kod godišnje potrošnje od oko 600.000 tona i kod maksimalnog opterećenja od 118 t/h iznosit će 5060 sati godišnje (vidi sliku 1).



Sl. 1. Dijagram potroška tehnološke pare.
—: tehnološka para, — — —: protutlačna el. energija. Ucrtane vrijednosti računate su uz 8000 pogonskih sati.

Odgovarajuće vrijeme iskorišćenja ogrjevnog konzuma, kod godišnje potrošnje od 200.000 tona pare i maksimalnog opterećenja od 98,8 t/h, bit će 2020 sati (vidi sliku 2).



Sl. 2. Dijagram potroška pare za toplovodno grijanje.
—: ogrjevna para, — — —: protutlačna el. energija od ogrjevne pare.

Ukupno srednje godišnje iskorišćenje termičkog konzuma, kod ukupne godišnje potrošnje od oko 800.000 tona i kod ukupnog maksimalnog opterećenja od 216,8 t/h iznosit će 3680 sati, što se može smatrati veoma povoljnim, jer se malo u kojim toplanama Evrope postiže ovako visoko iskorišćenje.

2.2 Protutlačna radna energija

Kod izabranih u toplani parametara svježe pare od 90 atp., 520° C na ulazu u turbinu i kod protutlaka od 7 ata za tehnološku paru i 1,1 ata za ogrjevnu paru, proizvesti će se u toplani u protutlačnom pogonu slijedeće količine električne energije.

Kod toga je uzeta u obzir i ona para, koja je potrebna za zagrijavanje povratnog kondenzata na temperaturu pojne vode od 200° C. Proizvedene količine protutlačne energije iznosit će:

od tehnološke pare i pare za zagrijavanje pripadajućeg kondenzata	95,4 GWh
od ogrjevne pare i pare za zagrijavanje pripadajućeg kondenzata	48,2 GWh
Ukupno godišnje	143,6 GWh

Specifični potrošak topline za proizvodnju ove električne energije iznositi će:

toplina na stezaljkama generatora	900 kcal/kWh,
u energetskom gorivu na stezaljkama generatora	1090 kcal/kWh,
u energetskom gorivu na pragu elektrane	1200 kcal/kWh.

2.3 Kondezaciona radna energija

Količina kondenzacione energije, koja će se proizvoditi u toplani, ovisiti će od hidroloških prilika dotične godine. Predviđeno je, da će toplana davati maksimalne veličine energije u normalnoj vlažnoj godini u slijedećem razdoblju:

u zimskom periodu od 15. 12 do 28. 2. u trajanju od $2^1/_2$ mjeseca ili 75 dana, odnosno 1800 sati
u ljetnom periodu od 15. 7. do 15. 10. u trajanju od 3 mjeseca, ili 92 dana, odnosno 2208 sati.

Predviđena kod toga proizvodnja kondenzacione energije iznositi će: 51 + 114,5 = 165,5 GWh, dok će ukupna godišnja proizvedena energija biti

$$143{,}6 + 165{,}5 = 309{,}1 \text{ GWh},$$

što odgovara godišnjem iskorišćenju instalirane snage toplane 2 × 32 = 64 MW od 4830 sati.
U sušnim godinama može se računnati sa vremenom iskorištenja toplane od 6000 sati, što odgovara godišnjoj proizvodnji od 384 GWh. Kod toga će se u kondenzacionom pogonu proizvesti

$$384 - 143{,}6 = 240{,}4 \text{ GWh}.$$

Potrošak topline u kondenzacionom pogonu iznosit će:

toplina na stezaljkama generatora	2400 kcal/kWh
u energetskom gorivu na stezaljkama generatora	2890 kcal/kWh
u energetskom gorivu na pragu toplane	3180 kcal/kWh

Srednji potrošak topline za proizvodnju električne energije u normalnoj hidrološkoj godini bit će ovaj:

toplina na stezaljkama generatora	1705 kcal/kWh,
u energetskom gorivu na stezaljkama generatora	2055 kcal/kWh,
u energetskom gorivu na pragu toplane	2260 kcal/kWh.

U sušnoj godini kod povećanog udjela proizvodnje kondenzacione energije, ovaj potrošak bit će slijedeći:

toplina na stezaljkama generatora	1840 kcal/kWh
u energetskom gorivu na stezaljkama generatora	2215 kcal/kWh,
u energetskom gorivu na pragu elektrane	2440 kcal/kWh.

Iz ovih se podataka vidi, da će potrošak topline a prema tome i goriva u toplani biti za cca 30% manji u normalnoj godini i za cca 24% manji u sušnoj hidrološkoj godini prema potrošku u svim ostalim našim novim kondenzacionim termoelektranama, gdje će isti iznositi oko 3200 kcal/kWh na pragu elektrane.

2.4 Jalova energija

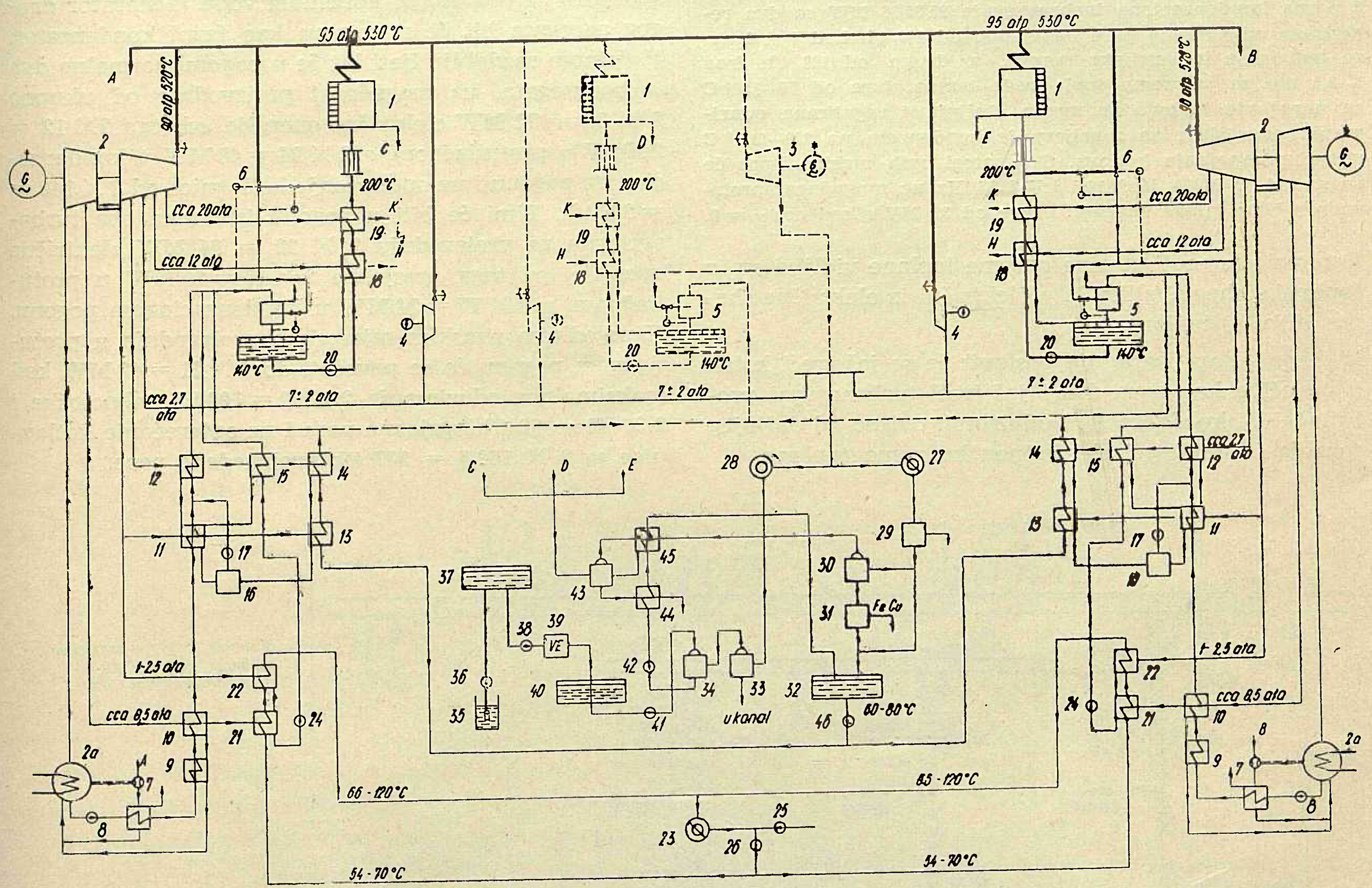
Kako je već prije spomenuto, u normalnoj hidrološkoj godini kapacitet toplane u potpunosti se iskorištava za proizvodnju radne električne energije samo tokom $2^1/_2$ zimska i 3 ljetna mjeseca. U ostala $6^1/_2$ mjeseca snabdjevanje grada električnom energijom se vrši u dovoljnim količinama iz vanjskih energetskih izvora, koji su udaljeni od grada Zagreba 150 do 500 km. Da se smanji gubitak prijenosa i poveća njegovu stabilnost iskoristit će se generatori toplane za proizvodnje jalove energije koliko to dozvoljava njihovo opterećenje radnom energijom. U ovu svrhu jedan od generatora radit će kao sinhroni motor odvojeno od svoje turbine. Drugi turbogenerator ostat će u normalnom pogonu, te će uz dobavu gradu potrebnu termičku i radnu električnu energiju proizvoditi i stanovite količine jalove energije, u koliko to dozvoljava prividna maksimalna snaga ovog generatora.

Prema provedenim proračunima ukupna količina jalove energije koju bi mogla proizvesti toplana u normalnoj hidrološkoj godini iznosi 454 GVArh.

3. Lokacija i tehnička oprema toplane

3.1 Lokacija toplane

Toplana će se izgraditi na Savi, 700 m nizvodno od Jakuševačkog mosta (vidi sliku 6). Ova je lokacija iza-



Sl. 3. Toplinska shema Toplane Zagreb.

1: Parni kotao 125/160 t/h pare 95 atp 530° C, *2:* Turboagregat 32 MW kondenzacioni s oduzimanjem pare, *2a:* Kondenzator agregata 32 MW, *3:* Turboagregat 10 MW protutlačni (II etapa), *4:* Parna turbina za pojnu pumpu 200 t/h, *5:* Spremnik pojne vode 85 m³ s otplinjačem; *6:* Redukciona stanica 96/7 ± 2 ata 530/250° C 60 t/h, *7:* Parni ejektor uz kondenzator turboagregata 32 MW s hladionikom, *8:* Pumpa za kondenzat turbine, *9:* Hladionik kondenzata zagrijača, *10:* Vakumski zagrijač kondenzata turbine, *11:* I. Niskotlačni zagrijač kondenzata turbine, *12:* II. Niskotlačni zagrijač kondenzata turbine, *13:* I. Niskotlačni zagrijač kondenzata ind. pare, *14:* II. Niskotlačni zagrijač kondenzata ind. pare, *15:* Niskotlačni zagrijač kondenzata pare za toplovodno grijanje,, *16:* Sakupljač kondenzata niskotlačnih zagrijača, *17:* Pumpa za kondenzat niskotlačnih zagrijača, *18:* Visokotlačni zagrijač I, *19:* Visokotlačni zagrijač II, *20:* Pojna pumpa 200 t/h, *21:* I. Zagrijač vode za toplovodno grijanje, *22:* II. Zagrijač vode za toplovodno grijanje, *23:* Potrošači topline toplovodnog grijanja, *24:* Pumpa za kondenzat toplovodnog grijanja, *25:* Pumpa za dodavanje vode u sistem toplovodnog grijanja *26:* Glavna cirkulaciona pumpa toplovodnog grijanja, *27:* Industrijski potrošači s čistim kondenzatom, *28:* Industrijski potrošači s onečišćenim kondenzatom, *29:* Filter za mehaničke nečistoće, *30:* Isparna posuda za čisti ind. kondenzat., *31:* Filter za odvajanje Cu i Fe, *32:* Spremnik za industr. kondenzat, *33:* Isparna posuda za onečišćeni industr. kondenzat, *34:* Kaskadni zagrijač dodatne vode, *35:* Bunar za pogonski vodovod, *36:* Pumpa pogonskog vodovoda, *37:* Glavni spremnik pogonskog vodovoda, *38:* Pumpa za kem. pripremu vode, *39:* Uređaj za kem. pripremu dodatne vode, *40:* Spremnik za čistu dodatnu vodu, *41:* Pumpa za dodatnu vodu I, *42:* Pumpa za dodatnu vodu II, *43:* Isparna posuda za kotlovski mulj, *44:* Zagrijač dodatne vode I, *45:* Zagrijač dodatne vode II, *46:* Pumpa za industrijski kondenzat.

Opaska: Rezervne veze i pomoćne redukcione stanice nisu radi preglednosti unijete. Crticama je označena II. etapa.

brana iz tri razloga. Prvi, da se toplanu mora smjestiti u težištu termičkog konzuma, koji će se sve više koncentrirati na Žitnjaku, naročito nakon planirane izgradnje čitavog niza novih industrija i prijenosa u ovo područje stanovitog broja starih industrija. Prijenos ovih industrija potreban je radi toga, jer njihov pogon u starim tvorničkim prostorijama, smještenim u centru grada, smeta daljnjem razvoju grada kako s urbanističkog tako i higijenskog stanovišta. Drugi razlog za ovu lokaciju je blizina rijeke Save, što omogućuje protočno hlađenje parnih turbina kod kondenzacionog pogona. Treći razlog je mogućnost dopreme toplani potrebnih količina ugljena vodenim putem u koliko Sava postane plovnom.

3.2 Tehnička oprema

U prvoj etapi izgradnje toplane postavit će se:

2 parna radijaciona kotla učina 136/170/180 t/h, 112 atp, 630° C za loženje ugljenom prašinom, sa dodatnim loženjem zemnim plinom,

2 parna kondenzaciona turboagregata 25/32/36 MW sa dva regulirana oduzimanja pare i to jedno od 100 t/h kod 7 ± 2 ata za napajanje industrijske mreže, a drugo od 100 t/h kod 1—2,5 ata za pripremu tople vode temperature od 70—130° C za napajanje toplovodne mreže. Daljnja 4 regulirana oduzimanja pare služe za zagrijavanje kondenzata na 200—215° C u svrhu napajanja kotlova. Generatori ovih turbina imat će snagu od 40 MVA kod 10,5 kV i 50 Hz uz mogućnost proizvodnje čisto jalove energije snage od 32 MVA kod cos φ = 0.

Osnovni elementi strojne opreme toplane vidljivi su iz toplinske sheme (slika 3), a električni iz električne sheme (slika 4) toplane.

U drugoj etapi izgradnje postavit će se još treći kotao istog učina kao prva dva i još treći turboagregat protutlačni ili kondenzacioni oduzimni, ovisno od daljnjeg razvoja termičkog i električnog konzuma toplane.

Izbor navedenih kotlovnih i turbinskih agregata izražen je s obzriom na predviđeno termičko opterećenje toplane, koje će prema priloženim diagramima (vidi sl. 1 i 2) iznositi:

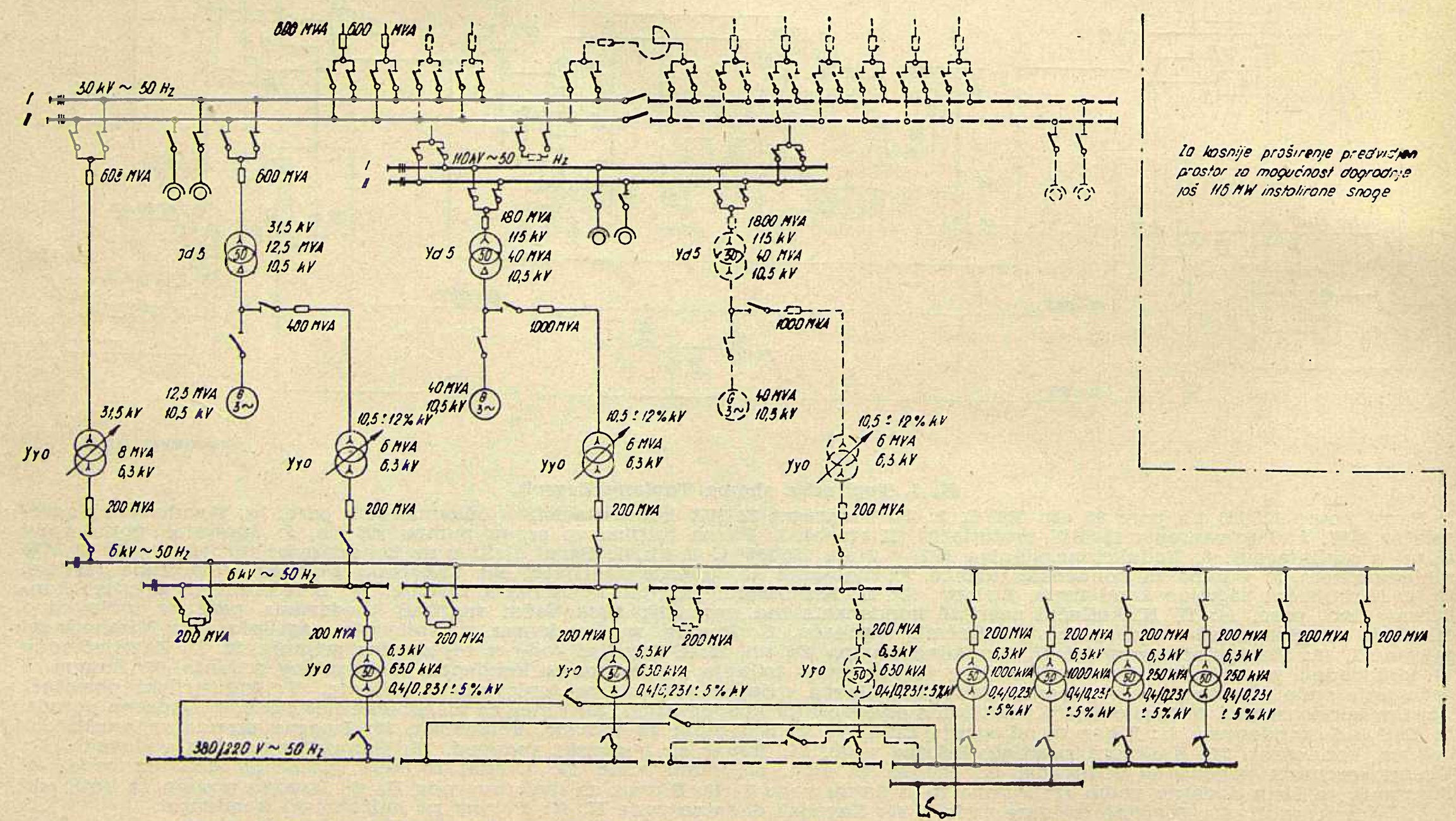
Zimi:

opterećenje srednje mjesečno	117,1 t/h
opterećenje maksimalno dnevno	181,4 t/h
opterećenje maksimalno vršno	216,8 t/h

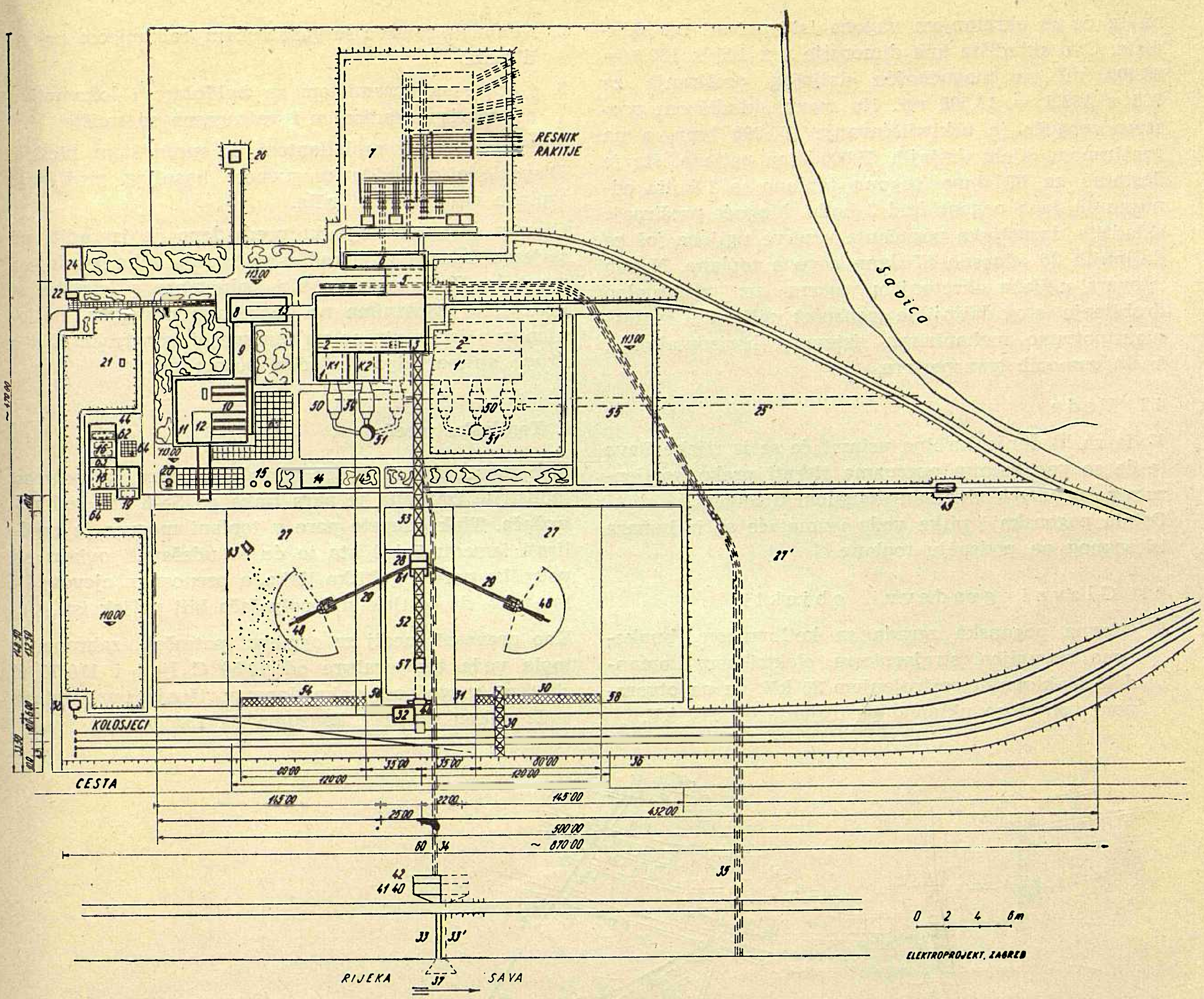
Ljeti:

opterećenje srednje mjesečno	75,5 t/h
opterećenje maksimalno dnevno	85,5 t/h
opterećenje maksimalno vršno	95,5 t/h

S obzirom na ovo opterećenje ljeti morat će biti stalno u pogonu samo jedan turboagregat, koji će dobavljati potrebnu tehnološku i ogrjevnu paru uz proizvodnju oko 15 MW električne energije u protutlačnom i oko 3 MW u kondenzacionom pogonu, uz potrošnju oko 90 t/h pare. Sve to za vrijeme kada će hidroelektrane raspolagati sa dostatnom količinom vode. Generator drugog agregata bit će u pogonu kao fazni kondenzator. U sušnom razdoblju ljeti bit će u pogonu normalno dva turboagregata, uz mogućnost proizvodnje od ukupno 2 × 36 = 72 MW električne energije, od toga 2 × 12 = 24 MW u protutlačnom, a 2 × 24 = 48 MW u kondenzacionom pogonu i uz opterećenje kotlovnice od 2 × 143 = = 286 t/h. Zimi će biti u pogonu isto tako oba turboagregata uz proizvodnju 2 × 32 = 64 MW električne energije, od toga prosječno 2 × 15 = 30 MW u protutlačnom, a 2 × 17 = 34 MW u kondenzacionom pogonu. U pojedinim zimskim mjesecima proizvodnja u protutlačnom pogonu će se povećati do 2 × 21 = 42 MW kod maksimalnog oduzimanja 2 × 50 = 100 t/h tehnološke i 2 × 40 = 80 t/h ogrjevne pare i uz opterećenje kotlovnice sa 2 × 168,5 = 337 t/h proizvedene pare.



Sl. 4. Osnovna električna shema Toplane u I. etapi. Crtkano se odnosi na kasnije etape izgradnje.



Sl. 5. Dispozicija Toplane Zagreb.

1: Kotlovnica, *2:* Bunkeri, *3:* Presipni uređaj, *4:* Strojarnica, *5:* El. komanda, *6:* Rasklopno postrojenje 30 kV, *7:* Rasklopno postrojenje 110 kV, *8:* Tehnička uprava, *9:* Garderoba, *10:* Radionica, *11:* skladište, *12:* mont. hala, *13:* spojni hodnik, *14:* priprema vode, *15:* skladište mazuta, *16:* garaža za teretna vozila, *17:* servisna radiona, *18:* spremište buldožera, *19:* spremište lokomotive, *20:* pumpa za izdavanje nafte, *21:* pumpa za izdavanje benzina, *22:* vratarnica, *23:* ambulanta, *24:* spremište bicikla, *25:* tlačni cjevovod vode za odvoz pepela, *26:* bunar za pitku i pogonsku vodu, *27:* skladište ugljena, *28:* drobilica, *29:* transporter za skladište, *30:* uzdužni bunker — istočni, *31:* povratni transporter, *32:* uređaj za okretanje vagona, *33:* dovodni kanal rashladne vode, *34:* tlačni cjevovod rashladne vode, *35:* odvodni kanal rashl. vode, *36:* stupovi kliznog voda, *37:* zahvat rashl. vode, *38:* pogon ranžirnog uređaja, *39:* pretovarni most, *40:* rashladne pumpe, *41:* pumpe za hidr. otpremu pepela, *42:* rasklopno postrojenje za rashl. pumpe, *43:* buldožeri, *44:* požarna zaštita, *45:* kontrolna kolska vaga, *46:* el. vaga, *47:* el. vaga iznad bunkera, *48:* pokretni krak, *49:* presipni uređaj uzdužnih transportera, *50:* filter dimnih plinova, *51:* dimnjak, *52:* I. kosi most, *53:* II. kosi most, *54:* uzdužni bunker-zapadni, *55:* otvoreno skladište, *56:* odvodni kanal rashl. vode (II. alternativa), *57:* izlazna, *58:* staza pretovarnog mosta, *59:* kanal hidr. otpreme pepela, *60:* cjevovod hidr. otpreme pepela, *61:* rasklopno postrojenje za meh. ugljena, *62:* garaža za mala vozila, *63:* WC i garderoba, *64:* prostor za pranje, *65:* radni prostor, *66:* RŽ. vitlo

U slučaju defekta na jednom kotlovnom ili turbinskom agregatu u zimskom periodu toplana će biti u stanju još uvijek dobavljati u mrežu 83 t/h tehnološke i 50 t/h ogrjevne pare uz proizvodnju skoro čitavih 32 MW u protutlačnom pogonu i kod prolaza samo minimalno potrebnih količina pare od 2 t/h kroz kondenzacioni dio turbine. Opterećenje kotla iznosit će 173,5 t/h proizvedene pare.

Međutim smatramo, da će za razvoj termičkog konzuma toplane do gore navedenih graničnih vrijednosti biti potreban vremenski period od 3—5 godina u kojem će se roku već postaviti u toplani i treći agregat i tako bi bio potpuno osiguran pogon toplane čak i za slučaj ispada u toku zimskog perioda jednog od kotlovnog agregata. Ispad jednog turbinskog agregata iz pogona uopće ne primjećuje pogon toplane, jer će se u ovom slučaju dobava potrebnih dodatnih količina tehnološke i ogrjevne pare vršiti preko redukcionih stanica.

4. Dispozicija toplane

Opća dispozicija toplane dana je na slici 5.

Kako se iz ove dispozicije vidi, toplana je smještena uz obalu Save u odstojanju 120 m od regulacione linije rijeke te zaprema površinu od 600 x 470 m²

4.1 Ugljen

Ugljen će se dovažati željezničkim vagonima cca 9 km dugim priključnim kolosjekom Čulinac — Topla-

na te će se okretanjem vagona istovarivati na skladište. Ovo skladište ima dimenzije 2 x 145 x 132,5 = 38.400 m² sa mogućnošću daljnjeg proširenja za 125 x 132,5 = 16.500 m². Na ovom skladišnom prostoru moguće je uskladišćavanje 150.000 tona, a na proširenom dijelu daljnjih 65.000 tona ugljena, što je dostatno za 60 dana pogona toplane sa 2 kotla odnosno 40 dana pogona kod 3 kotla. Moguće proširenje skladišta dozvoljava povećanje rezerve ugljena još za daljnnjih 26 odnosno 17 dana pogona toplane. Nakon istovara ugljena okretanjem vagona uz eventualno drobljenje istog daljnji je transport ugljena u kotlovnicu potpuno mehaniziran sistemom horizontalnih i kosih gumenih transportera.

4.2 Voda

Voda za hlađenje turbina uzimat će se iz rijeke Save te će se vertikalnim pumpama tjerati preko kondenzatora turbine i odvodnim kanalom u Savicu.
Ostala pogonska i pitka voda uzimat će se iz bunara iskopanog na području toplane.

4.3 Glavni građevni objekti

1. Glavna pogonska zgrada sa kotlovnicom, bunkerima za ugljen, strojarnicom, električnom komandom i uklopnim postrojenjem 30 kV, uz na otvorenom izgrađeno uklopno postrojenje od 110 kV.
2. Tehnička uprava sa garderobom, radionicom i skladištem.
3. Garaže sa spremištem za buldožere i lokomotivu uz servisnu radionicu i vatrogasno spremište.
4. Portirnica sa ambulantom i spremištem bicikla.

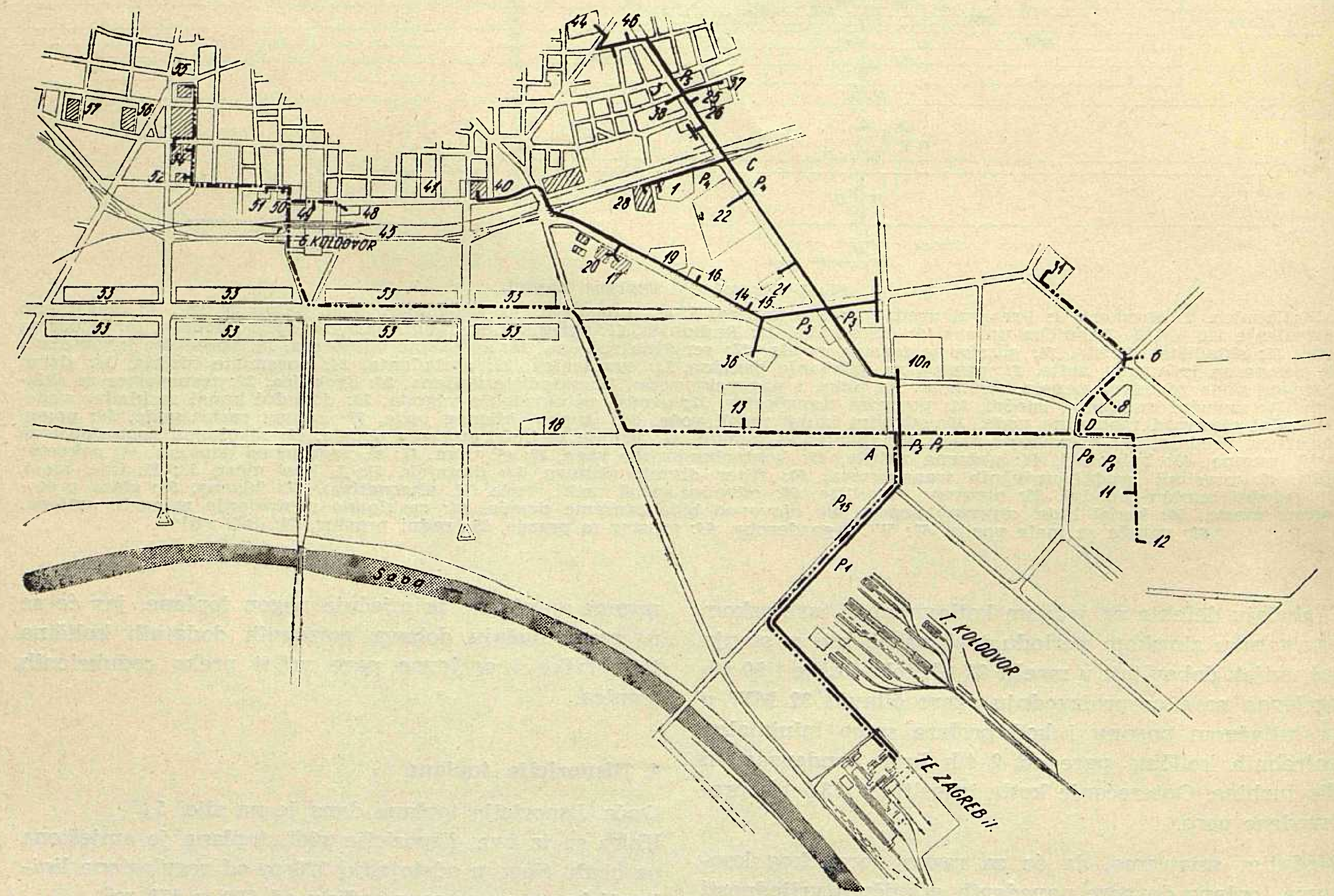
Dispozicija predviđa mogućnost kasnijeg proširenja toplane na dvostruki učin.

Glavnu pogonsku zgradu predviđeno je izgraditi od željezne konstrukcije radi skraćivanja roka gradnje i montaže. Kotlovnica će biti poluotvorene izvedbe sa kotlovima obješenima na poprečnim nosačima, naslonjenim s jedne strane na bunkernoj konstrukciji, a s druge strane odgovarajućim potporama.

5. Toplinska mreža

Kao medij za transport tehnološke pare za potrebu industrije izabrana je para tlaka od 5—6 ata kod potrošača. Tlak oduzete pare u toplani moguće je regulirati između 5 i 9 ata te će se udešavati ovisno od potroška pare i gubitka tlaka u prenosnim cjevovodima tako, da će tlak kod potrošača biti uvijek isti.

Kao prenosni medij za ogrjevni potrošak izabrana je topla voda temperature od 70/50° C ljeti i 110/70° C zimi uz mogućnost naknadnog povišenja temperature vode nakon razvitka konzuma na 130/70° C.



Sl. 6. Situacija parovodne i toplovodne mreže sa lokacijom Toplane

1: Tvornica papira, *2:* Elka, *3:* Goran, *4:* Kopčić, *5:* Bratstvo, *6:* Tv. motor-kotača, *7:* Gr. pekarna, *8:* Gr. mljekara, *9:* Croatia, *10:* Vetserum, *11:* Prvomajska, *12:* TPK, *13:* TEŽ, *14:* Kontakt, *15:* Elektroda, *16:* Chromos, *17:* Naprijed, *18:* Tv. pokućtva, *19:* Katran, *20:* Ventilator, *21:* Malina, *22:* Klaonica, *23:* Ivica Lovinčić, *24:* Almeria, *25:* Iskra, *26:* Lim, *27:* Tv. umjetnih crijeva, *28:* Pobjeda II., *29:* Pobjeda I., *30:* Jugodietetika, *31:* Ghetaldus, *32:* Ind. Pekara, *33:* Pam. prediona, *34:* Kutrilin, *35:* Unitas, *36:* Zora, *37:* Tv. svile, *38:* Munja I., *39:* Jadran, *40:* Nada Dimić, *41:* Josip Kraš, *42:* Tv. ulja, *43:* Fotokemika, *44:* Marijan Badel, *45:* Želj. radionica, *46:* Gorica, *47:* Munja II., *48:* Pošta II., *49:* Gl. Kolodvor, *50:* Hotel Esplanade, *51:* Soc. osiguranje, *52:* Sveuč. biblioteka, *53:* Stambene zgrade, *54:* Fiz. i kem. Institut, *55:* Nar. kazalište *56:* Gimnazija, *57:* Tehn. fakultet i STŠ; *n:* nova lokacija.

Kako se vidi iz nacrta idejnog projekta toplinske mreže (slika 6), cjevovodi tehnološke pare položit će se Heinzelovom ulicom, Radničkom cestom i Žitnjakom. Cjevovodi će se položiti iz bešavnih cijevi promjera 200 do 600 mm za paru i 2 x 60 do 2 x 125 mm za povratni kondenzat, i to jedan za čisti, a drugi za prljavi. Cjevovod će se položiti djelomično otvoreno, a djelomično u podzemnim betonskim kanalima (vidi sliku 7). Cjevovodi tople vode prolazit će Ulicom Proleterskih brigada i Mihanovićevom ulicom, te će biti izrađeni od bešavnih cijevi promjera 2 x 125 do 2 x 350 mm, a biti će položeni ili otvoreno ili u betonskim kanalima (vidi sliku 8).

6. Investicioni troškovi i cijena termičke i električne energije

6.1 Investicioni troškovi

Prema investicionom programu potrebne investicije za izgradnju toplane su ove:

Građevni dio . . .	10^6 Din	1.760
Strojna oprema . .	„	3.631
Električna oprema .	„	778
Transport opreme . .	„	55
Montaža opreme . .	„	512
Ostali troškovi . . .	„	376
Ukupno	10^6 Din	7.112

Kod instalirane snage toplane 64 MW to iznosi Din 111.100 za 1 instalirani kW.

Investicije za izradu toplinske mreže su ove:

za parnu mrežu . .	10^6 Din	641
za toplovodnu mrežu .	„	620
Ukupno	10^6 Din	1.261
Sveukupno	10^6 Din	8.373

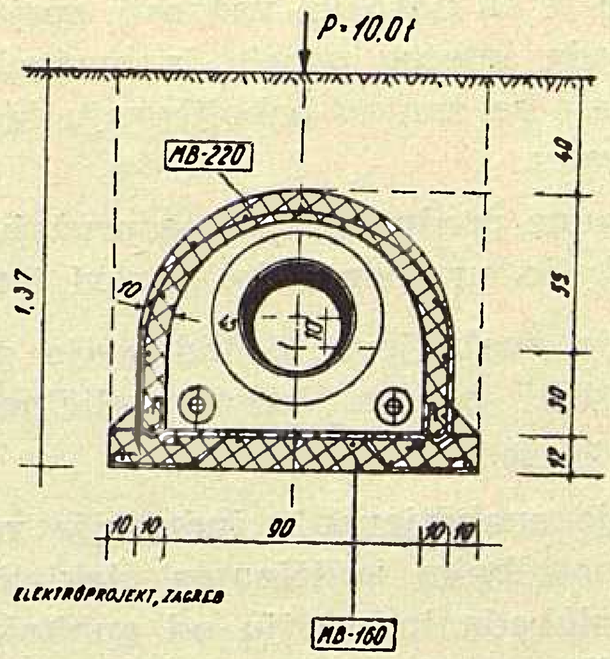
6.2 Cijene toplinske i električne energije

Kod danas važećih instrumenata za proračun stalnih troškova, prema kojima isti u termoelektranama iznose 16% od investicione svote i kod cijene ugljenu od 0,80 Din za 1000 kcal, cijene u toplani proizvedene termičke i električne energije u normalnoj hidrološkoj godini bit će ove:

Cijena tehnološke pare na pragu toplane	1,32	Din/kg
„ „ „ kod potrošača	1,50	„
Cijena ogrjevne pare na pragu toplane	1,14	„
„ „ „ kod potrošača	1,49	„
„ „ „ kod potrošača	2,76	Din/10^3 kcal
Cijena električne energije na generatoru		
protutlačna	1,90	Din/kWh
kondenzaciona	4,92	„
srednja	3,52	„
Cijena električne energije na pragu toplane		
protutlačna	2,08	Din/kWh
kondenzaciona	5,40	„
srednja	3,87	„

Usporedba ovih cijena sa cijenama termičke energije proizvedene u industrijskim i stambenim kotlovnicama pokazuje, da su cijene toplane znatno niže od istih.

Srednja cijena industrijske pare proizvedene u 11 anketiranih tvornica iznosila je u 1957 god. 1,977 Din/kg, te je bila za 32% veća od cejene ove pare iz toplane. Troškovi proizvodnje ogrjevne topline iznosili su prema provedenoj kalkulaciji u 1957. godini 4,50 Din/1000 kcal, prema 2,76 Din/1000 kcal u toplani, t. j. oni su za 63% veći.

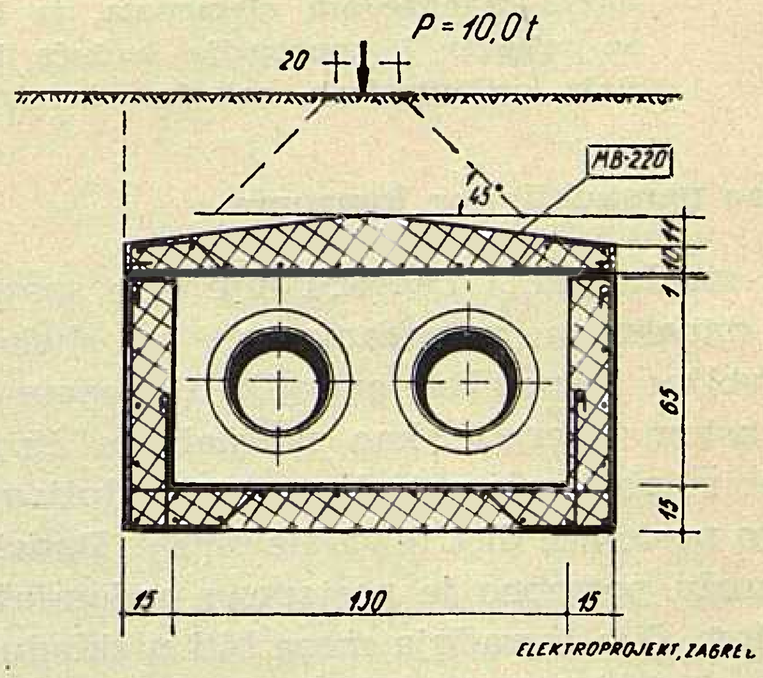


Sl. 7. Parni cjevovod u kanalu tipa P-400, 1 × 400 + 2 × 70 mm.

Srednja cijena električne energije na pragu elektrane od 3,52 Din/kWh ista je ili niža od troškova proizvodnje energije u II etapi izgradnje naših novih termoelektrana [1]:

TE Kakanj II . . .	3,51 Din/kWh
TE Kolubara II . . .	3,78 Din/kWh
TE Šoštanj II . . .	4,63 Din/kWh
TE Kosovo	5,95 Din/kWh

Iz ovog se vidi, da se izgradnja nove toplane ne samo sa energetskog nego i sa ekonomskog stanovišta može smatrati veoma povoljnom.



Sl. 8. Parni cjevovod u kanalu tipa TV-325, 2 × 325 mm.

7. Kakve prednosti pruža gradu Zagrebu nova toplana

Izgradnja toplane pruža gradu Zagrebu čitav niz urbanističkih, higijenskih, a napose energetskih prednosti.

1. Osigurava ovom području redovnu željezničku vezu izgradnjom 9 km dugog priključnog kolosjeka, uz rješenje čitavog problema željezničkog čvora grada Zagreba.

2. Rješava problem odvodnjavanja i kanalizacije ovog područja.

3. Omogućava daljnju izgradnju ovog dijela grada nakon nasipavanja prilazećeg toplani terena drozgom u visini od cca 2 m, t. j. iznad nivo-a visokih voda rijeke Save.
4. Stavljanjem izvan pogona mnogobrojnih kotlovnih postrojenja u industrijama i u stambenim zgradama oslobađa grad odvoza drozge iz ovih postrojenja, a šta je od naročite važnosti, sprječava onečišćenje grada letećeg pepela iz mnogobrojnih dimnjaka, čime se znatno poboljšavaju higijenske prilike u gradu.

Međutim glavne prednosti koje se pružaju izgradnjom toplane svakako su energetske naravi i to za:

5. Osiguranje snabdijevanja industrije grada Zagreba praktički neograničenom količinom toplinske energije uz povoljne cijene.
6. Osiguranje snabdijevanja industrije za nesmetanu dobavu potrebnim količinama električne energije, a time oslobađa industriju od gubitaka skopčanih sa prekidima proizvodnje kod nestanka struje.
7. Osiguranje društvenom standardu potrebne količine tople vode za grijanje i pranje uz povoljnu cijenu.
8. Oslobođenje oko 200.000 tona deficitarnog mrkog ugljena, koji se danas troši u industriji za one potrošače, kojima je isti neophodno potreban.
9. Poboljšanje uvjeta prijenosa električne energije iz vanjskih elektrana proizvodnjom znatnih količina jalove energije.

Izgradnja javnih gradskih toplana vrši se intenzivno u zadnjem deceniju u naprednim zemljama Istočne i Zapadne Evrope, jer daje energetski i ekonomski povoljno rješenje problema snabdijevanja gradova toplinskom i električnom energijom.

U našoj zemlji toplana u Zagrebu je prva javna toplana, te se možemo nadati, da će se u bližoj budućnosti podići ovakve toplane i u drugim našim većim gradovima i to u Beogradu, Ljubljani i Sarajevu, koje će moći kod projektiranja i izgradnje iskoristiti iskustva stečena pri izgradnji pogona prve naše javne toplane — nove toplane u Zagrebu.

Literatura

[1] G. Preci: Perspektivni plan elektroprivrede Jugoslavije, *Elektroprivreda*, 1956, br. 10.
[2] Elektroprojekt, Zagreb: Razni projekti Toplane Zagreb.

RAZVOJ MREŽE GRADA ZAGREBA U BUDUĆNOSTI

Ing. Mladen Dokmanić, suradnik Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

621.316.1:621.311.1

Iznose se rezultati istraživanja u vezi sa razvojem konzuma za grad Zagreb u vremenskom periodu od 1953–1983. god. Na temelju osnovnih podataka o budućem konzumu, postavljenim zahtjevima i izvorima energije koji će u budućnosti napajati mrežu, ilustrira se jedna koncepcija perspektivne 110 i 30 kV distributivne gradske mreže. Veličina snage kratkog spoja u znatnoj mjeri utječe na oblik mreže i na izbor nekih standardnih elemenata, iz kojih bi se perspektivna mreža trebala sastavljati. S tim u vezi iznosi se također i koncepcija buduće kabelske mreže napona 10 kV i niskog napona 380/220 V. Na kraju se daju orijentacione potrebne investicije.

1. Procjena perspektivnog konzuma

Postojeća mreža grada Zagreba nije više sposobna da udovolji današnjim potrebama niti u slučaju, ako imade dovoljno raspoložive energije. Računamo li daljnjim porastom energije kao normalnom činjenicom, neophodno se pokazuje potreba za radikalnijom rekonstrukcijom postojeće distributivne mreže. Današnju dotrajalu mrežu potrebno je postepeno nadomještati novom mrežom, čija izgradnja mora biti u skladu sa perspektivnim potrebama u opskrbi grada Zagreba električnom energijom.

Približno u prostoru velikog Zagreba, kako je on zamišljen direktivnom regulatornom osnovom grada iz god. 1952., dobavljeno je u 1953. god. 150,844.470 kWh sa maksimalnom snagom oko 35 MW, koja je nastupila u studenom 1953.

Od ove dobavljene energije stvarno je prodano 130,063.660 kWh, dok ostatak otpada na gubitke u transformaciji i vodovima, koji iznose oko 16%.

U daljnjim godinama od 1954. do 1957. u tablici 1 su naznačene maksimalne snage i nabavljene, odnosno prodane električne energije.

Tablica 1

Godina	Maksimalna snaga, MW	Nabavljeno, kWh	Prodano kWh	Gubici energije, %
1954	37	179 999 213	152 786 123	17,7
1955	42	222 326 117	189 283 550	17,5
1956	52	248 264 379	206 784 325	20,0
1957	63	290 237 820	245 916 191	17,9

Analiza konzuma grada Zagreba u prošlosti od 1923. do 1953., t. j. unatrag 30 godina, dala je prosječni godišnji prirast energije od 8,5% i prirast snage od 7,5%. Po računu vjerovatnosti očekujemo da će isti prosječni prirast snage i energije biti u narednih 30 godina. Prema tome dobivamo teoretski u godini 1983.:

maksimalnu snagu	332.000 kW
godišnju potrošnju	1,740.000.000 kWh

Provedena je također analiza perspektivnog konzuma po drugom kriteriju koji analizira razvoj pojedinih grupa potrošača kao što su kućanstvo, obrt, industrija, javna rasvjeta, tramvaj, vodovod i t. d. Kako se rezultati ovom analizom bitno ne razlikuju od gornjih, prihvaćeni su ovi kao osnova za etapno oblikovanje mreže u narednih 30 godina, računajući od 1953.

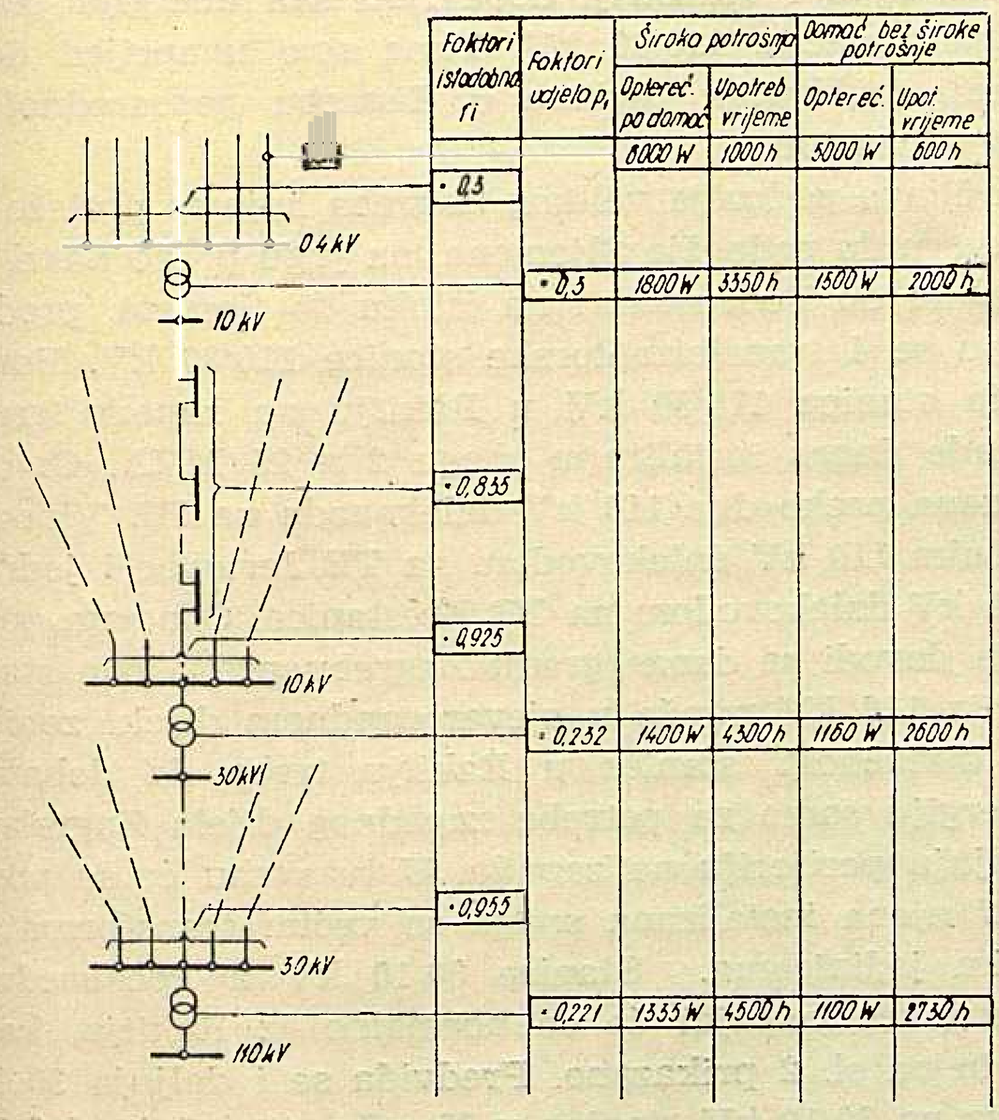
Gornji podaci konzuma odnose se na grad kao cjelinu. U daljnjem je taj konzum podijeljen grubo u dva dijela: široku potrošnju i industriju. Konzum široke potrošnje rasprostranjen je po čitavoj gradskoj površini i napajan je iz distributivne gradske mreže. Konzum industrije napajan je posebnom mrežom. Po takvoj diobi dobiva se u god. 1983.:

maksimalna potražnja za široku potrošnju (sa gubicima)	220.000 kW (66%)	i 960.000.000 (55%) kWh
maksimalna potražnja za industriju (sa gubicima)	112.000 kW (34%)	i 780.000.000 (45%) kWh
Ukupno	332.000 kW	i 1,740.000.000 kWh

Faktor opterećenja sistema iznosi blizu 0,6. Broj stanovništva koje će nastavati urbanističke zone grada iznosi oko 600.000. Računamo li da na jedno domaćinstvo u prosjeku otpada 4 člana, dobivamo opterećenje po domaćinstvu (bez gubitaka)

$$\frac{220\,000 - 20\,000 \text{ (gubici)}}{150\,000} = 1{,}335 \text{ kW}.$$

Ovo opetrećenje od 1,335 kW po domaćinstvu predstavlja udio vršnog opterećenja široke potrošnje reducirane na jedno domaćinstvo u vršnom opterećenju gradskog područja.



Sl. 1. Shema distributivne mreže sa karakteristikama konzuma po nivoima napona.

Za konkretnu razradu mreže uzeto je u obzir s jedne strane postojeće stanje mreže i s druge strane urbanistička osnova grada sa stambenim, industrijskim, upravnim i javnim površinama različitih gustoća naseljenosti i karaktera opterećenja. Imajući u vidu faktore potražnje i faktore istodobnosti između pojedinih potrošača, vodova i transformatorskih stanica, dobiva se šema distributivne mreže sa karakteristikama konzuma po naponskim nivoima, kako je predočena na sl. 1.

2. Zahtjevi

Općenito se danas zahtjeva u gradskim mrežama velika pogonska sigurnost, te kvalitetna i nesmetana dobav električne energije konzumentu. Nužna posljedica toga je barem dvostruko napajanje gradskog konzumenta. Zbog velike koncentracije konzuma taj zahtjev možemo općenito ispuniti zatvorenim mrežama, iako postoje poteškoće, da se to provede u svim naponskim nivoima.

Perspektivna mreža Zagreba razrađena je sa četveronaponskom distribucijom nominalnih napona 110, 30, 10 i 0,4 kV. Postojeća 5 kV mreža postepeno će se nadomještati 10 kV mrežom. Većina evropskih gradova reda veličine kao Zagreb imadu četveronaponsku distribuciju i ovaj način distribucije orijentiran je iz prošlosti također u mreži Zagreba. Napominje se međutim, da neki evropski gradovi pri rekonstrukciji svojih mreža prelaze na tronaponnsku distribuciju, te jedan naponski nivo ispuštaju. Izbacivanjem jedne transformacije pojednostavljuju pogon gradske mreže, te ušteđuju na investicijama i godišnjim troškovima. U našem slučaju došla bi u obzir tronaponska distribucija sa naponima 110, 10 i 0,4 kV, sa ispuštanjem 30 kV napona, koji bi se ipak morao zadržati za periferno područje grada i neke industrijske potrošače. Tronaponska distribucija dolazi u obzir samo za široku potrošnju. Neke grube studije, koje su učinjene u tom smjeru, pokazuju tehničke i ekonomske prednosti takovih mreža. Točnija analiza, koja bi usporedila troškove obiju mreža, imajući u vidu već uložene investicije za četveronaponsku distribuciju, nije provedena.

Daljnji zahtjevi koji su postavljeni za perspektivnu mrežu sadržani su u slijedećim točkama:

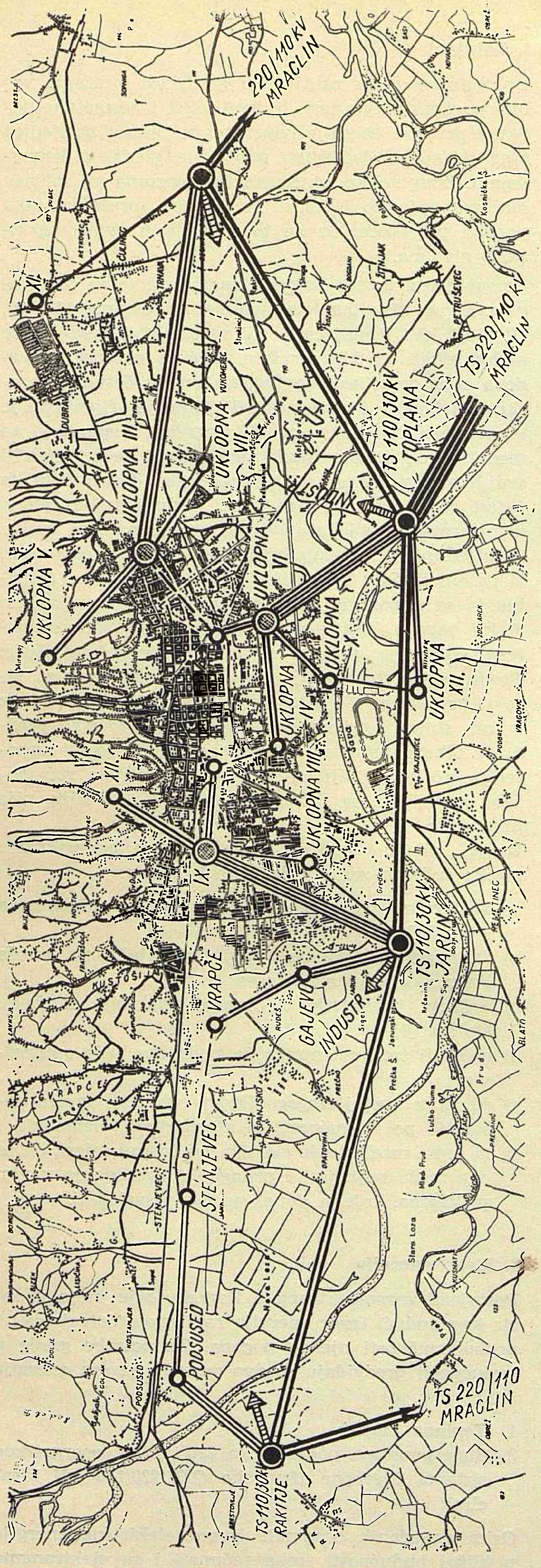
a) da mreža bude u pogonskom pogledu jednostavna i pregledna;
b) da naponske prilike u pojedinim točkama mreže budu u granicama propisa;
c) troškovi investicija u etapnoj izgradnji da budu što manji;
d) godišnji troškovi mreže da budu što bliže optimalnim;
e) da se u svojoj dugogodišnjoj izgradnji mreža sastavlja po mogućnosti iz standardnih elemenata i
f) da šema mreže bude elastičn au tolikoj mjeri, da se ona može mijenjati i prilagoditi eventualno novim prilikama, koje se danas ne mogu sagledati.

3. Izvori energije

Postojeća termoelektrana u Zagrebu nije uzeta u obzir kao budući izvor energije radi svoje dotrajalosti i neekonomičnosti njenog pogona. Za potrebe grada u budućnosti predviđaju se dva osnovna izvora energije i to:

1. Toplana Zagreb,
2. Superponirana pojna točka 220/110 kV energetskog sistema Sjeverne Hrvatske (TS 220/110 kV Mraclin)

Osim navedenih osnovnih izvora električne energije u bližoj budućnosti treba računati i sa elektranama koje već danas rade djelomično za potrebe grada. To



Sl. 2. Shema mreže 110 i 30 kV u potpunom razvoju.

je HE Vinodol, TE Jertovac, TE Brestanica i HE Jajce. Za kratko vrijeme ovim izvorima energije će se pridružiti HE Gojak.

Međutim razvojem potrošnje u narednim godinama, navedeni izvori energije dolazit će sve manje do izražaja za opskrbu grada. Kako će gradska potrošnja neprekidno rasti, računa se da će istovremeno rasti i potrošnja u ostalim područjima sjeverozapadnog dijela zemlje. Time će raspoloživa energija za grad biti sve manja. Prema tome, za opskrbu grada ostaje, osim toplane, dobava energije iz udaljenijih i većih izvora energije u Dalmaciji, Bosni i Sloveniji. Ovi će izvori biti međusobno vezani superponiranom mrežom 220 kV napona. Jedno važno čvorište te mreže će se izgraditi u Mraclinu, oko 17 km južno od Zagreba. Na tome mjetsu bit će i transformacija 220/110 kV za potrebe Zagreba. Po svojoj koncepciji ova stanica predstavlja pojnu točku za energetsku bazu Sjeverozapadne Hrvatske u kojoj će grad Zagreb biti jedan od najvećih potrošača.

4. Osnovna koncepcija perspektivne mreže 110 kV i 30 kV napona

Od više varijanata koje su učinjene za perspektivnu mrežu Zagreba ovdje donosimo jednu. Na sl. 2 prikazana je šematska situacija 110 kV i 30 kV distributivne mreže. Pretpostavlja se, da će se gradskim konzumentima i industriji dobavljati sva energija preko transformacije 110/30 kV. Time smo unaprijed definirali priključak toplane u Zagrebu neposredno na 110 kV napon.

Za čitavo područje velikog Zagreba koje se proteže na sjeveru do podnožja Sljemena, na jugu preko Save, na zapadu do Podsuseda i na istoku do Sesveta, predviđaju se 4 transformatorske stanice 110/30 kV. Postojeća stanica 110/30 kV u Rakitju na zapadu grada imade danas instaliranu snagu 2 x 25 MVA. Ona je vezana preko dva 110 kV dalekovoda na HE Vinodol, jednim 110 kV dalekovodom na TE Jertovac i jednim 110 kV dalekovodom na TE Brestanica. Osnovna energija dovodi se danas gradu Zagrebu preko ove stanice iz 110 kV mreže u sjeverozapdnom dijelu zemlje. U budućnosti stanica u Rakitju treba da dobavlja energiju samo za potrebe zapadnog dijela Zagreba i daljnju periferiju na zapadu. U tu svrhu će se povećati njena instalirana snaga sa većim transformatorskim jedinicama. Stanice 30/10 kV u Podsusedu i Stenjevcu napajat će se normalno iz Rakitja, kako je to na sl. 2 prikazano. Predviđa se i daljnja 30 kV veza na 30/10 kV stanicu u Vrapču, u slučaju defekta i slično. Drugi 30 kV vodovi koji izlaze iz stanice u Rakitju prema Zagorju, Samoboru i Karlovcu nisu na slici ucrtani, kao niti 110 kV vodovi prema TE Jertovcu i Brestanici.

Druga stanica 110/30 kV u Resniku na istoku grada služit će za potrebe široke potrošnje na istoku grada, industriji u tom području i daljnju periferiju na istoku. Ta je stanica nedavno puštena u pogon, privremeno preko 110 kV voda na HE Jajce, koji je od Mraclina do ove hidroelektrane građen za 220 kV napon. Instalirana snaga ove stanice je 2 x 60 MVA. Njena veza na toplanu sa dvostrukim 110 kV vodom vidljiva je iz sl. 2. Kabelski vodovi 30 kV izlaze do 30/10

kV stanica koje su na slici označene Uklopna III, Uklopna IV i nadzemni 30 kV vod od Uklopne XI. Drugi 30 kV vodovi prema daljnjoj periferiji na istoku nisu ucrtani.

Treća stanica 110/30 kV u Jarunu zahvaća centralno područje grada. Vezana je dvostrukim 110 kV vodovima na toplanu i na TS 110/30 kV u Rakitju. Kabelski pojni vodovi 30 kV izlaze do glavnog rasklopišta koji je na slici označen sa Uklopna IX, odakle se vrši daljnji 30 kV razvod do Uklopne XII, Uklopne I i Uklopne VIII. Druga grupa 30 kV kabelskih vodova ide prema stanicama u Gajevu, Vrapču i industrijskim potrošačima. Instalirana snaga stanice je 3 x 60 MVA, od kojih se jedan transformator smatra kao hladna rezerva.

Konačno četvrta 110/30 kV stanica u sklopu je buduće toplane, koja je smještena pri Savi na jugoistoku grada. Ona je vezana 110 kV vodovima sa 220/110 kV stanicom u Mraclinu i 110 kV stanicama u Resniku i Jarunu. Jedna grupa pojnih 30 kV kabela izlazi iz ove stanice prema rasklopištu Uklopne VI, Uklopnoj XII južno od Save i prema najjačem industrijskom području na jugoistoku grada. Instalirana snaga stanice je 3 × 60 MVA, od kojih je jedan transformator smatran hladna rezerva kao i u stanici Jarun.

Sve četiri 110 kV stanice vezane su dvostrukim 110 kV vodovima, koji se smatraju kao 110 kV sabirnice za gradsku distributivnu mrežu Zagreba, u dužini od cca 24 km od Rakitja do Resnika. Sabirnice imadu svoja glavna uporišta u toplani i na krajevima u Rakitju i Resniku. Dio tih sabirnica između toplane i Jaruna morao bi biti izveden u kabelu, jer prolazi kroz buduća gradska naselja. Pretpostavlja se da dio sabirnica od Jaruna do Rakitja ne će smetati razvoju grada ako se one izgrade kao nadzemni vod, dok je dio sabirnica od toplane do Resnika već izgrađen nadzemno.

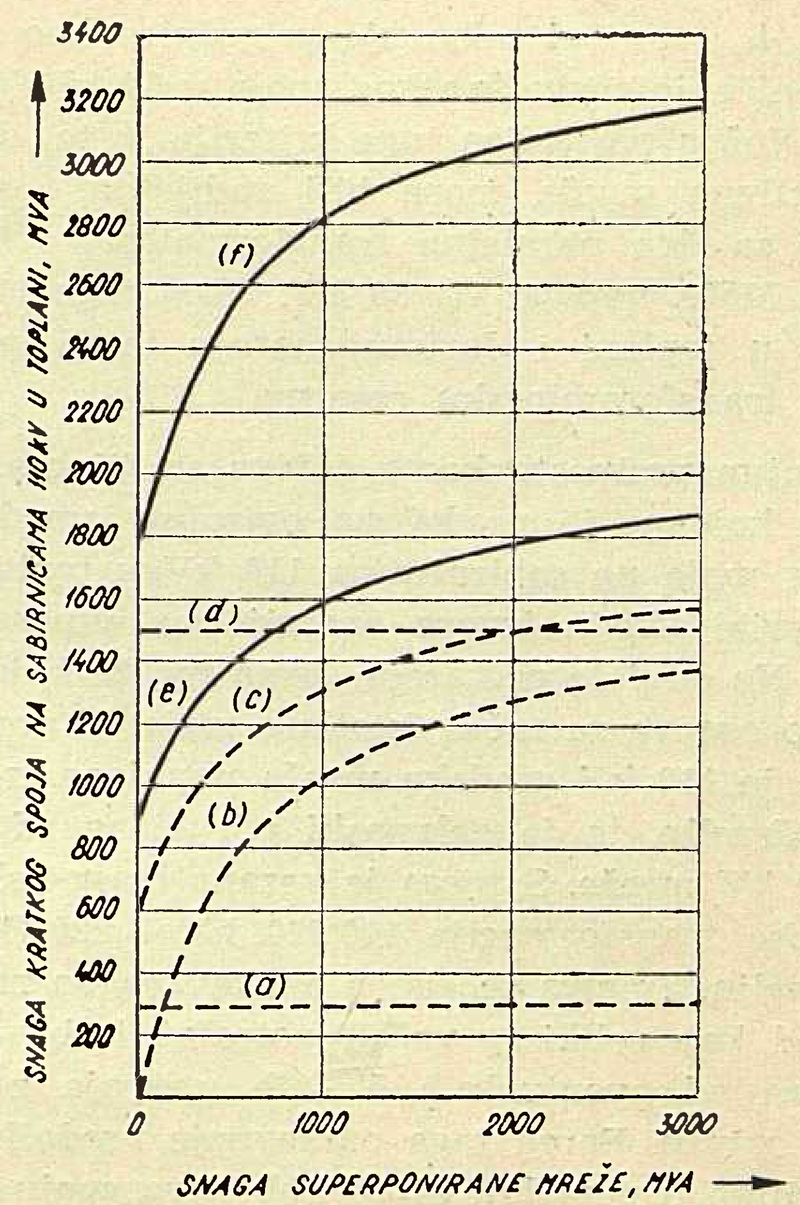
Znatne poteškoće pruža veza između buduće toplane i stanice u Mraclinu zbog aerodroma, koji se proteže u tome prostoru. Učinjene su različite alternative sa trasama koje obilaze aerodrom i kraćom kabelskom vezom te kombinacijom kabela i nadzemnih vodova. Iz gornjih razmatranja i iz sl. 2 proizlazi, da je 110 kV pojna mreža za gradsku distribuciju zatvorena i 30 kV distributivna mreža po svojoj koncepciji u cijelosti radijalna. Takova koncepcija mreže imade svojih dobrih i loših strana. Rezervirana je mogućnost za korekturu, ako će se u budućnosti za to ukazati potreba, koju danas nije moguće sagledati.

5. Problem kratkog spoja

Opsežni račun kratkog spoja proveden je u vezi sa oblikom mreže, standardnim transformatorskim jedinicama i standardnim kabelskim presjecima u svim naponskim nivoima. Rezultati istraživanja doveli su do slijedećih snaga kratkog spoja, koje bi trebalo s ekonomskog stanovišta shvatiti kao standardne:

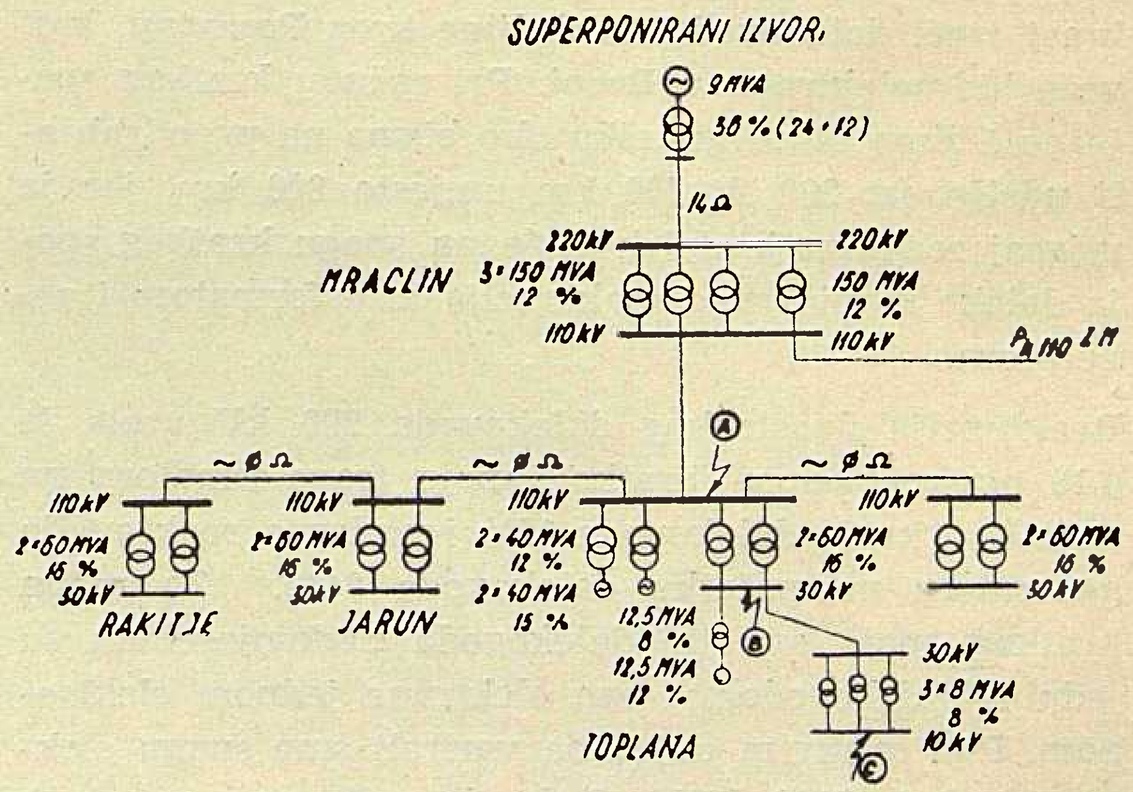
u 110 kV mreži	2 500 MVA
u 30 kV mreži	600 MVA
u 10 kV mreži	200 MVA
u 0,4 kV mreži	20 MVA (ca 30 kVA)

Pri računu kratkog spoja odabrana je kao standardna jedinica 60 MVA za transformator 110/30 kV i 150 MVA za transformator 220/110 kV u Mraclinu. Sa ovim odabranim jedinicama slijede iz računa standardne veličine transformatorskih jedinica u ostalim naponskim nivoima.



Sl. 3. Snaga kratkog spoja na sabirnicama 110 kV u toplani u zavisnosti o snazi superponirane mreže.
a: udio toplane, *b:* udio superponirane mreže 220 kV, *c:* udio superponirane 220 kV mreže i induktivno vezane 110 kV zemaljske mreže, *d:* udio galvanski vezane zemaljske mreže 110 kV, *e:* ukupna snaga kratkog spoja kod induktivno vezane zemaljske mreže 110 kV, *f:* ukupna snaga kratkog spoja kod galvanski vezane zemaljske mreže 110 kV.

Uspoređivani su različiti oblici mreža, prvenstveno napona 30 kV i napajanje te mreže sa 110 kV naponom. Kritične snage kratkog spoja pojavljuju se u 30 kV kabelskoj mreži. Ako je ona napajana sa jednim ili dva paralelna transformatora 110/30 kV i 60 MVA, u najnepovoljnijem slučaju snaga kratkog spoja ne prelazi 600 MVA. Ako se ona napaja sa 3 ili 4 para-



Sl. 4. Shema mreže za račun kratkog spoja.
A: sabirnice 110 kV u Toplani — najveća snaga kratkog spoja u gradskoj mreži 110 kV, *B:* sabirnice 30 kV u Toplani — najveća snaga kratkog spoja u gradskoj mreži 30 kV, *C:* sabirnice 10 kV u TS 30/10 kV — najveća snaga kratkog spoja u gradskoj mreži 10 kV.

lelna transformatora iste veličine, potrebno je stavljati prigušnice. Provedene su alternative sa stavljanjem poprečnih prigušnica između dva transformatora i uzdužnih prigušnica u pojne kabelske vodove. Odabrana je pritom standardna veličina prigušnica 30 MVA sa različitim naponima kratkog spoja od 5, 10, 15 i 20%. Koncepcija 110 kV i 30 kV mreže, kako je predočena pod tč. 4, u osnovi odbacuje prigušnice kao sredstva za ograničenje snage kratkog spoja u 30 kV kabelskoj mreži. Nužna posljedica toga kriterija je ta, da 30 kV distributivna mreža mora biti radijalna, napajana najviše sa dva paralelna transformatora, svaki veličine 60 MVA napona 110/30 kV. Zbog toga 110/30 kV stanice u toplani i Jarunu moraju imati po jednu hladnu transforamtorsku rezervu.

Sa gornjim pretpostavkama dobiva se dijagram na sl. 3, na kojemu je predočena ovisnost između snage kratkog spoja na sabirnicama 110 kV u toplani i veličine priključenih izvora energije na supernoniranu mrežu. Na sl. 4 je prikazana šema mreže koja je služila kao osnova za račun kratkog spoja. U normalnom pogonu je 110 kV gradska mreža napajana iz toplane i TS Mraclin, te je galvanski odijeljena od zemaljske 110 kV mreže. S njom je vezana magnetski preko dvostruke transformacije 110/220 kV i 220/110 kV u TS Mraclin. Smatra se, da je ovakav pogon normalan, jer grad kao veliki ig važan potrošač treba da bude isključen od eventualnih štetnih utjecaja zemaljske 110 kV mreže. Pored toga održavanje urednih napomskih prilika u gradskoj mreži zahtijeva svoju posebnu regulaciju napona, nezavisnu od eventualnih zahtjeva u tom pogledu sa strane zemaljske 110 kV mreže. Pogon u nuždi nastupit će onda, kada će gradska 110 kV meža iz bilo kojih razloga biti vezana galvanski na zemaljsku 110 kV mrežu u stanicama TS Resnik i TS Rakitje. Utjecaj superponirane mreže 220 kV na snage kratkog s poja u pojedinim točkama mreže Zagreba možemo prikazati samo sa približnim i orijentacionim vrijednostima. Mi ćemo se zadovoljiti time, da ilustriramo karakter toga utjecaja. U tu svrhu smo pretpostavili, da će se TS Mraclin napajati sa tri dvostruka 220 kV dalekovoda. Jedan dalekovod prema Sloveniji 150 km, drugi veže hidroelektrane na Jadranu sa jednom srednjom odabranom udaljenošću 300 km i treći dalekovod iste duljine kroz Posavinu, koji veže hidroelektrane u Bosni. Pri računu kratkog spoja ne činimo bitnu griješku ako bismo na pr. odrabrali udaljenost 200 ili 400 km umjesto 300 km, jer je utjecaj reaktancije dalekovoda na snagu kratkog spoja daleko manja nego reaktancija transformatora i generatora.

Reaktancija dvostrukog dalekovoda 220 kV uzeta je 0,18 om/km, napon kratkog spoja transformatora na početku i kraju dalekovoda 12% i prelazna reaktancija generatora na početku dalekovoda 24%. Za račun kratkog spoja sva tri dalekovoda nadomješetana su jednim dalekovodom i sve elektrane jednom elektranom. Pod ovakvim uvjetima varirali smo snagu elektrane od 0—3000 MVA, kako je prikazano na sl. 3. Utjecaj superponirane mreže na snagu kratkog spoja u 110 kV sabirnicama toplane predočen je krivuljom *b*.

Kao što vidimo, krivulja *b* je u svom početku strma. Priključkom novih elektrana na superponiranu mrežu krivulja dobiva karakter zasićenja. Ako snaga elektrane raste iznad 2000 ili 3000 MVA, praktički to više nema utjecaja na povećanje snage kratkog spoja u 110 kV sabirnicama toplane. Krivulja *c* na istoj slici prikazuje udio snage kratkog spoja koju pridonose superponirana mreža 220 kV i induktivno vezana 110 kV zemaljska mreža, gdje je šema spoja vidljiva iz sl. 4. Dodamo li ovoj krivulji udio snage kratkog spoja koju pridonosi toplana, dobiva se puno izvučena krivulja *e*. Za ovu šemu spoja, koju smatramo normalnom, najveću snagu kratkog spoja na 110 kV sabirnicama u toplani mogli bismo očekivati između 1800 i 2000 MVA.

Daleko nepovoljnije odnose dobivamo ako 110 kV zemaljsku mrežu vežemo galvanski na 110 kV sabirnice u Mraclinu. Neka na pr. ona sa svoje strane pridonosi na tome mjestu snagu kratkog spoja 1500 MVA, onda bi na 110 kV sabirnicama mogli očekivati snagu kratkog spoja iznad 3000 MVA, kako je to vidljivo iz krivulje *f* na sl. 3. Ovaj slučaj ipak smatramo kao izuzetan, jer će se razvojem 220 kV mreže pojedini dijelovi 110 kV zemaljske mreže koncentrirati oko svojih 220 kV stanica tako, da obje mreže ne će raditi paralelno. Snaga kratkog spoja na 110 kV strani u 220 kV stnaicama bit će time prigušena u dvostrukoj transformaciji 110/220 kV i 220/110 kV.

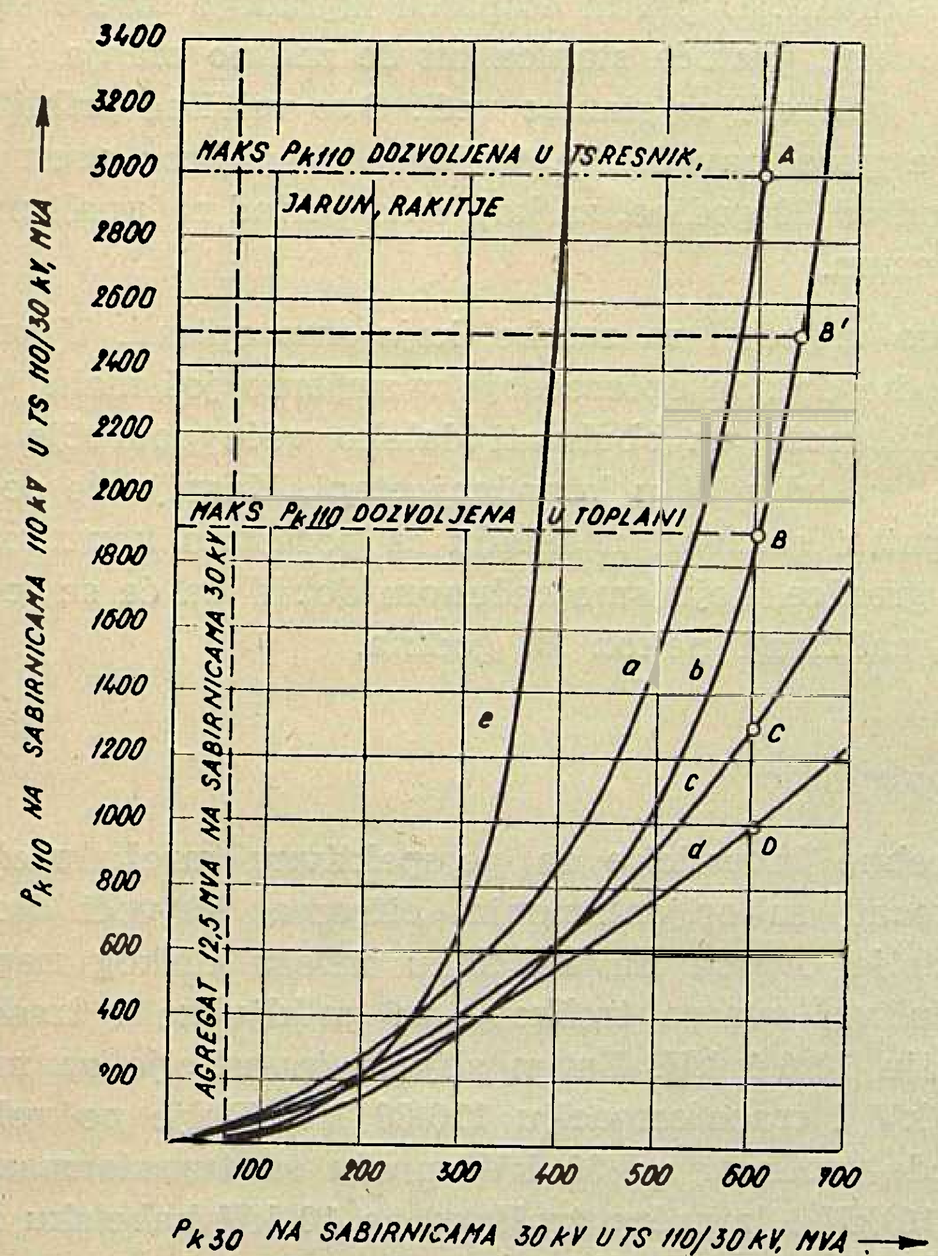
Dopustimo na 110 kV sabirnicama toplane maksimalnu snagu kratkog spoja 2500 MVA. Kod galvanske veze 110 kV zemaljske mreže u TS Mraclinu možemo iz dijagrama na sl. 3, očitati snage kratkog spoja u MVA u 110 kV sabirnicama toplane, koje su skupljene u tablici 2.

Tablica 2

Kod snage elektrana u superponiranoj mreži	0	1.000	2.000	3.000
Snaga kratkog spoja izazvana od superponirane mreže	0	1.030	1.265	1.370
Snaga kratkog spoja izazvana od toplane	296	296	296	296
Ukupna snaga kratkog spoja	296	1.326	1.561	1.666
Dopuštena snaga kratkog spoja	2.500	2.500	2.500	2.500
Razlika koja se odnosi na snagu kratkog spoja izazvanu od galvanski vezane 110 kV zemaljske mreže u Mraclinu	2.204	1.174	939	834

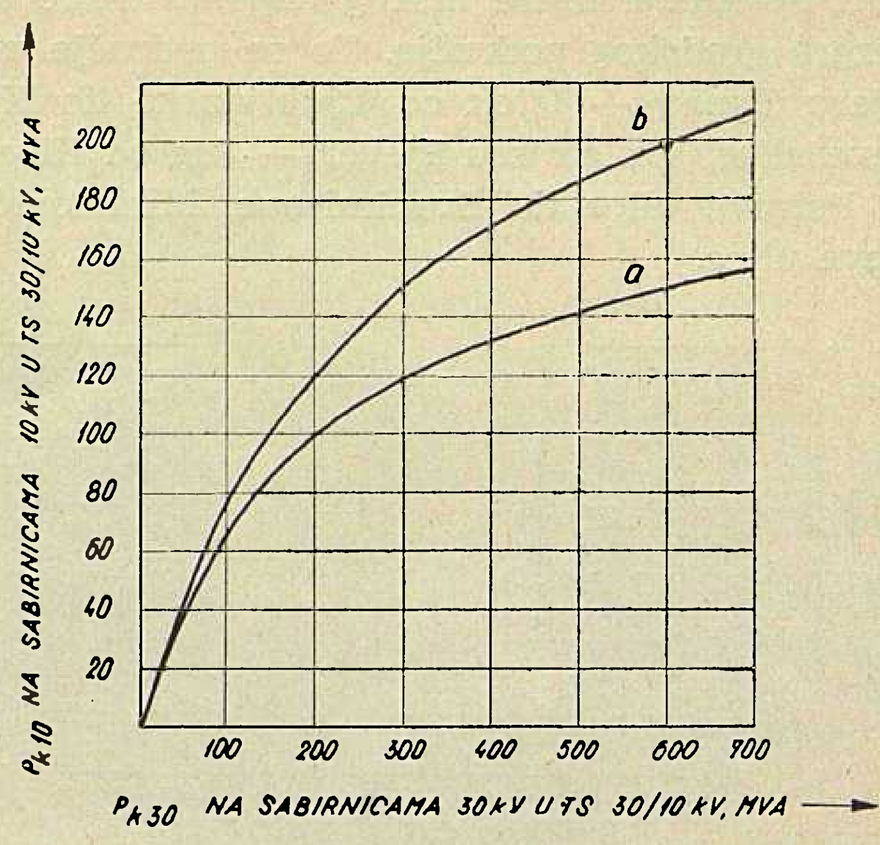
Iz tablice 2 vidimo, da u početnoj fazi razvoja superponirane mreže možemo tolerirati galvansku vezu 110 kV zemaljske mreže sa distributivnom 110 kV mrežom Zagreba, jer ona sa svoje strane ne će izazvati prema približnim proračunima veću snagu kratkog spoja od cca 1500 MVA. U kasnijem stadiju razvoja superponirane mreže, kao što je već gore bilo rečeno, 110 kV zemaljska mreža će se cijepati i pojedini njeni dijelovi orijentirati na svoje superponirane točke. Snage kratkog spoja u 110 kV mreži Zagreba poprimit će red veličine koji je predočen krivuljom *e* na sl. 3. Pri ovim razmatranjima zanemarili smo male razlike u snagama kratkog spoja koje se pojavljuju u različitim točkama 110 kV mreže Zagreba.

Rezultati istraživanja kratkog spoja u 30 kV kabelskoj mreži Zagreba prikazani su na sl. 5. Krivulje koje su na slici označene slovima *a, b, c, d* i e predočuju funkcionalni odnos između snaga kratkog spoja u 110 kV i 30 kV mreži za najnepovoljniji slučaj. Iz šeme spoja na sl. 4 i legende na sl. 5 vidljivo je pod kakovim su uvjetima pomenute krivulje dobivene. Kod rada samo jednog transformatora 60 MVA na 30 kV mrežu (krivulja *e*) u najnepovoljnijem slučaju ne dobiva se u 30 kV kabelskoj mreži veća snaga kratkog spoja od 400 MVA. Kod paralelnog rada 2 transformatora iste veličine i agregata 12,5 MVA (vidi šemu na sl. 4), najveća snaga kratkog spoja u 30 kV mreži je cca 640 MVA, ako je ona u 110 kV mreži 2500 MVA. To je stanje na krivulji *b* označeno sa točkom *B'*. Kod paralelnog rada 3 ili 4 transformatora uz iste uvjete dobivaju se znatno veće snage kratkog spoja u 30 kV mreži, kako je to prikazano krivuljama *c* i *d*. Ove snage kratkog spoja mogli bismo prigušiti sa poprečnim i uzdužnim prigušnicama u 30 kV mreži, ukoliko bi se ukazala potreba u razvoju mreže da rade paralelno 3 ili 4 transformatora.



Sl. 5. Ovisnost snage kratkog spoja na sabirnicama TS 110/30 kV o snazi kratkog spoja na sabirnicama 30 kV u TS 110/30 kV.
a: 2 transformatore po 60 MVA rade paralelno, *b:* 2 transformatora po 60 MVA i agregat 12,5 MVA rade paralelno, *c:* 3 transformatora po 60 MVA rade paralelno, *d:* 4 transformatora po 60 MVA rade paralelno, e: 1 transformator od 60 MVA i agregat 12,5 MVA rade paralelno.

Analogno su ispitivane prilike u 10 kV kabelskoj mreži. Ako ograničimo snagu kratkog spoja u 10 kV mreži najviše na 200 MVA i u 30 kV mreži 600 MVA, onda račun kratkog spoja pokazuje, da smijemo vezati paralelno najviše 3 transformatora veličine 8 MVA napona 30/10 kV. Kod paralelnog rada dvaju transformatora po 8 MVA, što je slučaj u svim gradskim stanicama 30/10 kV u kojima je treći transformator hladna rezerva, snaga kratkog spoja na 10 kV sabirnicama iznosi 150 MVA kod 600 MVA na sabirnicama 30 kV. Ove smo odnose prikazali dijagramom na sl. 6.



Sl. 6. Snaga kratkog spoja na sabirnicama 10 kV u TS 30/10 kV u zavisnosti o snazi kratkog spoja na sabirnicama 30 kV u TS 30/10 kV.
a: 2 transformatora po 8 MVA rade paralelno, *b:* 3 transfor- i agregat 12,5 MVA rade paralelno.

Račun kratkog spoja dao je također minimalne kabelske presjeke vodiča za napone 30, 10 i 1 kV. Minimalni presjek 30 kV kabela računat je uz pretpostavku trajanja kratkog spoja 2 sekunde i snage kratkog spoja 600 MVA, što odgovara struji kratkog spoja 11,55 kA. Obzirom na termička naprezanja dobiva se minimalni presjek 120 mm² Cu. Odabran je 150 mm² Cu.

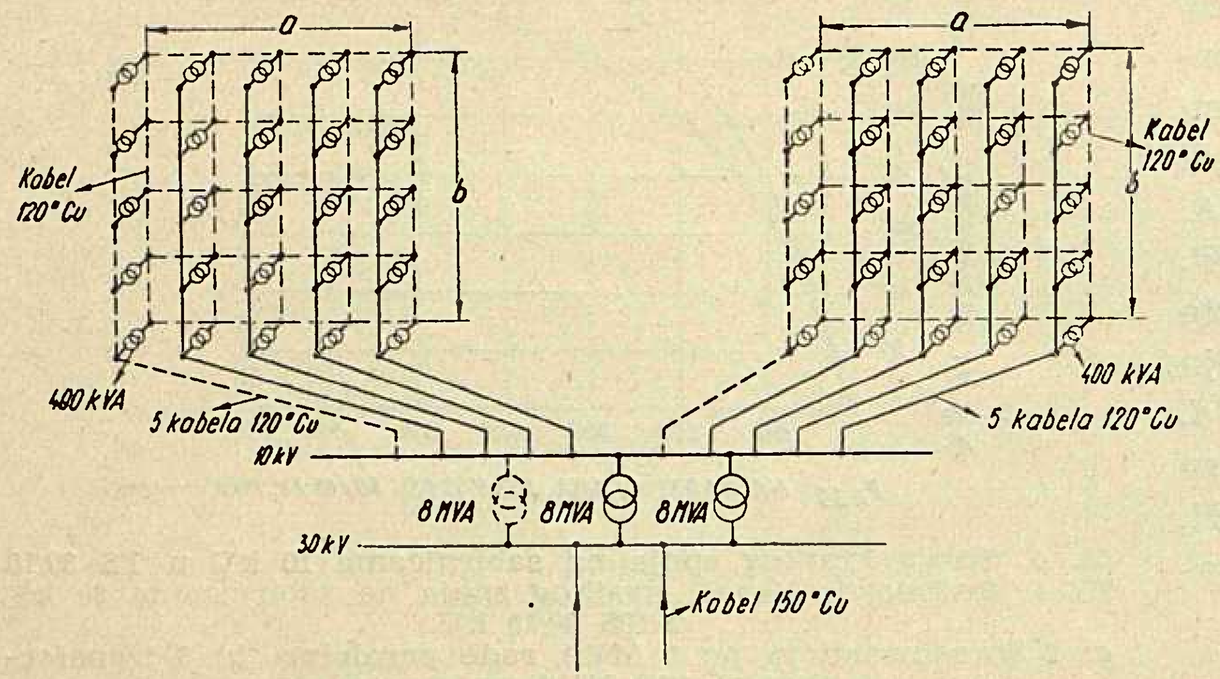
Minimalni presjek 10 kV kabela računat je za trajanje kratkog spoja do jedne sekunde i za snagu kratkog spoja 200 MVA, što odgovara struji kratkog spoja 11,55 kA. Minimalni presjek obzirom na termička naprezanja je 95 mm² Cu. Odabran je 120 mm² Cu. Za kabele niskog napona uzelo se trajanje kratkog spoja 0,01 sekunda. Minimalni presjek je 70 mm² Cu. Odabrati se može 95 ili 120 mm² Cu.

6. Kabelska mreža 10 kV i kabelska mreža niskog napona 380/220 V

Principna šema napajanja 10 kV kabelske mreže i zamkaste kabelske mreže niskog napona 380/220 V prikazana je na slici 7. Iz transformatorske stanice 30/10 kV izlaze dvije grupe kabela, od kojih svaka napaja svoju mrežu niskog napona. Mreža 10 kV je radijalnog oblika, jedinstvenog presjeka 120 mm² Cu. Obzirom na struju kratkog spoja veličina transformatora 10/0,4 kV u zamkastoj mreži ograničena je na 400 kVA.

Izbor zamkaste ili radijalne mreže niskog napona nije danas postavljen po prvi puta. Kao što je poznato, već prije dvadesetak godina izvršene su sve pripreme u jednom dijelu zagrebačke mreže niskog napona za prijelaz od radijalnog oblika na zamkasti, ali su razne okolnosti taj prijelaz odgodile na neodređeno vrijeme. Činjenica, da su prilike u zagrebačkoj mreži niskog napona već prije dvadesetak godina zahtijevale zamkastu mrežu, neosporno govore o potrebi, da se takova mreža ostvari danas ili u najbližoj budućnosti,

jer su već današnje potrebe višestruko nadmašile zahtjev konzuma od prije dvadeset godina. Najpovoljnije urbanističke i konzumografske karakteristike za izgradnju zamkaste mreže niskog napona imade današnje jezgro gradskog područja. To se područje proteže u smjeru Zapad — Istok od Ljubljanske do Harambašićeve ulice, a u smjeru Sjever — Jug od Ilice, Vlaške i Petrove ulice do Branimirove, Mihanovićeve i Jukićeve ulice.



Sl. 7. Principna shema napajanja 10 kV mreže i zamkaste mreže niskog napona 380/220 V.

Obzirom na različite urbanističke karakteristike izgradnje i ralzičite specifične gustoće opterećenja koje iz toga rezultiraju, dijeli se to područje u smjeru Zapad-Istok na dva dijela: područje između Ljubljanske i Heinzelove ulive i područje između Heinzelove i Harambašićeve ulice. Na ovom posljednjem području je naseljenost i gustoća opterećenja manja.

Mreža niskog napona između Ljubljanske i Heinzelove ulice podijeljena je u četiri zamke:

1. zamka: od Ljubljanske do Frankopanske ulice;
2. zamka: od Frankopanske ulice do Zrinjevca;
3. zamka: od Zrinjevca do Krašove ulice;
4. zamka: od Krašove do Heinzelove ulice.

Iznosimo neke karakteristične podatke koji se odnose u prosjeku na sve 4 zamke:

Površina područja	2,93 km²
Ukupna dužina ulica	43,70 km
Ukupni broj ulica (između 2 raskršća)	312
Prosječna gustoća ulica	43,7/2,93= 15k m/km²
Prosječna dužina ulica	43.700/312 =140 m
Maksimalno opterećenje čitavog područja . . .	38.000 kVA
Površinsko specifično opterećenje	38.000/2,93 = 13.000 kVA/km²
opterećenje (2 strane ulice) . .	38.000/43.700 = 870 VA/m
Dužinsko specifično	
Dužinsko specifično opterećenje (1 strana ulice .	435 VA/m

Sa ovim urbanističkim i konzumografskim karakteristikama možemo uz poznatu veličinu transformatora 10/0,4 kV odrediti ukupan broj i gustoću tih stanica, akcioni radius prijenosa i razmak između pojedinih stanica. Potreban broj transformatorskih stanica 10/0,4 kV određen je uz pretpostavku, da prosječno opterećenje po transformatorskoj stanici iznosi 320 kVA. Ako bi se izabrali transformatori od 400 kVA onda je određena transformatorska rezerva u zamkastoj mreži u iznosu od 20%, što je u skladu s poznatim svojstvima zamkaste mreže.

Prema tome, potreban broj transformatorskih stanica 10/0,4 kV za čitavo promatrano područje iznosi

$$38\,000/320 = 119$$

i prosječna gustoća transformatorskih stanica je 119/2,93 = 41 na jedan kvadratni kilometar. Uz pretpostavku, da iz svake TS 10/0,4 kV izlaze četiri dvostruka izvoda jednake dužine, akcioni radius jedne TS 10/0,4 kV iznosi

$$\frac{320}{4 \cdot 0{,}87} = 92 \text{ m}$$

te je električni razmak između susjednih stanica 184 m. Slični je račun proveden za zamku na području između Heinzelove i Harambašićeve ulice, gdje uz iste presjeke kabela i veličine TS 10/0,4 kV imademo manju gustoću stanica i veće akcione radijuse prijenosa, jer je naseljenost i opterećenje manje.

Gornji podaci su važni za izbor standardnih elemenata iz kojih će se mreža u etapama izgrađivati. U prvim etapama izgradnje mreže međutim, gustoća stanica bit će znatno manja i akcioni radijus stanice veći. Ove veličine približavat će se gore navedenim vrijednostima kroz vremenski period od 30 godina, za koji smo period računali mrežu i konzum.

Slično vrijedi i za zamke, koje smo opisali. U prvom periodu, dok su opterećenja razmjerno još mala, jedna zamka može da obuhvati daleko veće područje nego smo mu odredili u konačnoj etapi. Kasnije će se ona cijepati i sužavati u skladu sa porastom konzuma do one granice, koju smo računom dobili da će se teoretski realizirati nakon 30 godina.

7. Investicije

Potrebne investicije za perspektivnu mrežu možemo prikazati sa orijentacionim ciframa. Najveći dio investicija otpada na kabelsku mrežu niskog napona, uključivši ovamo troškove za priključke i transformaciju 10/0,4 kV. Zatim slijede investicije za mrežu 110 kV i transformaciju 110/30 kV. Dalje po veličini slijede troškovi za 30 kV mrežu sa transformacijom 30/110 kV i konačno troškovi za 10 kV kabelsku mrežu, koji su najmanji.

Raspodjela investicija je slijedeća:

Niskonaponska kabelska mreža i transformacija 10/0,4 kV	**Din 14.254,2×10⁶**
Mreža 110 kV i transformacija 110/30 kV . . .	**Din 5.599,3×10⁶**
Mreža 30 kV i transformacija 30/10 kV	**Din 5.046,3×10⁶**
Mreža 10 kV	**Din 3.818,0×10⁶**
	Din 28.717,8×10⁶

Postavimo li pravilo da je razvoj investiranja u mrežu proporcionalan porastu konzuma, onda možemo naći i investicije u pojedinim etapama razvoja mreže. U gradsku mrežu 30 kV i nižih napona treba do 1983. investirati 23,1 milijardu dinara. To znači, da je od

1953. g., jer je od te godine promatran razvoj mreže, do kraja 1957. g., trebalo uložiti:

1,3 milijarde dinara.

U slijedećem periodu, t. j. od početka 1958. g. do kraja 1962. g. za koji period je razrađena etapna izgradnja bit će potrebno uložiti daljnjih

1,86 milijarde dinara.

Naravno, ovo zadnje uz uvjet da su ostvarene investicije predviđene za period 1953—1958. g. U navedenom periodu, t. j. od 1962. do kraja 1967. g. daljnjih

2,68 milijardi dinara.

Od 1967. do 1972. g.:

3,84 milijarde dinara i t. d.

Prosječna godišnja ulaganja u mrežu 30 kV i nižih napona u pojedinim periodima iznašala bi:

od 1953. do kraja 1957. g.	259,000.000.— Din
od 1958. do kraja 1962. g.	373,000.000.— Din
od 1962. do kraja 1962. g.	535,000.000.— Din
od 1967. do kraja 1972. g.	768,000.000.— Din

i t. d.

Treba istaći da ovakav tempo ivestiranja vrijedi uz razvoj konzuma od 7,5% godišnjeg prirasta. Međutim, poznato je, da je porast konzuma u periodu 1953.—1957., iznosio 12—15% godišnje, pa i više, i prema tome, iznos investicija za taj period bi trebao biti znatno veći, t. j. skoro dvostruki.

Dokumentacija

M. Dokmanić: *Mreža grada Zagreba,* Investicioni program TS 110/30 kV Resnik, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1954.

M. Dokmanić: *Oblikovanje mreže Zagreba,* Institut za elektroprivredu Zagreb, 1957.

M. Balling, V. Štengl: *Razvoj mreže Zagreba,* Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1957.

NEKI ZNAČAJNIJI DATUMI IZ ZAGREBAČKE ELEKTROPRIVREDE

1877. — Prvo električno svijetlo u Zagrebu, na uglu Gundulićeve ulice i Ilice, prigodom sokolskog plesa u Hrvatskom glazbenom zavodu (20. I.).

1883. — Gradska streljana uvela električno svijetlo.

1886. — Zagrebački paromlin uvodi elektriku za rasvjetu.

1887. — Osnovano Društvo za električnu rasvjetu, za elektrifikaciju privatnih kuća.

1891. — Gospodarska izložba rasvjetljena elektrikom.

1892. — Industrijalac E. F. Bothe traži odobrenje za izgradnju »Proizvodilišta munjine« (11. II.).

— Na poziv načelnika Dra Milana Amruša, Nikola Tesla izlaže u gradskoj vijećnici plan izgradnje električne centrale na Plitvičkim jezerima za potrebe elektrifikacije Zagreba (24. V.)

1898. — U gradskom zastupstvu osnovan »Odbor za izgradnju centrale za električnu rasvjetu« (4. VIII.)

1906. — Donesen zaključak o gradnji električne centrale u Zagrebu (7. X.)

1907. — Proradila električna centrala u Zagrebu (5. XI.)

1908. — Izgrađena hidroelektrana u Ozlju na Kupi.

1910. — Prvo proširenje elektrane Zagreb sa jednom parnom turbinom 1800 KS.

1914. — Drugo proširenje elektrane Zagreb jednom turbinom od 3800 KS

— Počeo Prvi svjetski rat. Kriza u pogonu elektrane zbog odlaska u rat oko 50-torice radnika i službenika.

1919. — Veliki radnički pokret za povećanje plaća i bolje uvjete rada.
Donesena uredba o 8-satnom radnom vremenu (18. II.)

1922. — Donesen »Statut za radnike gradske plinare, munjare i vodovoda« (1. VII.)

1923. — Treće proširenje elektrane Zagreb jednom parnom turbinom od 6800 KS.

1924. — Prihvaćen »Statut za činovnike i službenike gradske plinare, munjare i vodovoda u Zagrebu (13. XII.)

1927. — Dovršen prijelaz na napon 380/220 V, započet 1924.

— Stavljena u pogon ispravljačka stanica u Patačićkinoj ulici.

1928. — Četvrto proširenje elektrane parnom turbinom od 14.000 KS

1930. — Stavljen u pogon 30 KV dalekovod Zagreb-Karlovac.

1932. — Osnovana Glazba Gradske električne centrale (1. IV.)

— Peto proširenje elektrane jednom parnom turbinom od 22.600 KS.

— Provedena elektrifikacija okolnih sela Remete, Gračani, Šestine i dr.

1933 — Osnovan Sportski klub namještenika GEC »ŠPARTA« (30. I.)

— Osnovana »Zadruga za uzajamnu štednju i pripomoć namještenika gradskih poduzeća«

1934. — U elektrani Zagreb montiran daljnji turboagregat od 20.000 KS.

1935. — Dovršena upravna zgrada u Gundulićevoj ulici 32, započeta 1933.

— Uvode se službena odijela za inkasatore i očitače (17. I.)

— Položen kabel na Sljeme.

— Umro ing. Ante Visković.

1938. — Bjelovar priključen na zagrebačku mrežu.
— Osnovano Banovinsko električno poduzeće, BEP.

1939. — Osnovana »Zadruga za izgradnju kuća namještenika gradskih poduzeća.

1942. — Poginuo u logoru u Staroj Gradiški Stjepan Kavurić (8. VII.)

1943. — Pušten u pogon dalekovod 30 kV Zagreb-Rajhenburg.

1944. — Poginuo Marko Miličić (18. IV.)
— Poginuo ing. Zvonko Kavurić u Zaprešiću (5. X.)

1945. — Osnovano Električno poduzeće Hrvatske (ELPOH), 20. VIII.
— Oslobođenje Zagreba (8. V.)

1946. — Osnovana Glavna uprava za elektroprivredu — UPEL (19. VII.)
— Donesen Zakon o petogodišnjem planu elektrifikacije i industrijalizacije zemlje. (30. IV.)
— Osnovana ELEKTRA, kao poduzeće za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije na području sjeverozapadne Hrvatske (1. I.)
— Naredba o jedinstvenim cijenama električne energije (14. I.)

1947. — Donesen Zakon o petogodišnjem planu (30. IV.)
— Osnovano Ministarstvo elektroprivrede FNRJ (19. VII.)

1948. — Distribucija u Zagrebu i uzdržavanje mreže u Zagrebu izdvajaju se iz ELEKTRE i ulaze u poduzeće ELEKTRANE ZAGREB, koje je lokalnog značaja.
— Osnovan Institut za elektroprivredu pri MINEL-u (21. V.)
— Osnovane Generalne direkcije za elektroprivredu za pojedine republike (31. XII.), a dotadanje Glavne direkcije elektroprivrede, koje su bile u sastavu republičkih ministarstava industrije stavljaju se pod upravu MINEL-a
— U Zagrebu stavljena u pogon TS Žitnjak.

1949. — Ustanovljena energetsko-dispečerska služba.
— Distribucija električne energije i uzdržavanje električne mreže u gradu Zagrebu ponovno se sjedinjuje s ELEKTROM.
— Osnovano poduzeće DALEKOVOD kao elektroprivredno poduzeće za projektiranje, gradnju i montažu (1. IV.)
— Osnovano poduzeće ELEKTROOPSKRBA Zagreb.
— ELEKTRANA ZAGREB dotad lokalnog postaje poduzećem općedržavnog značaja (2. VI.)

1950. — Obustavljena elektrana na upojni plin u Koprivnici, koja je bila u sklopu poduzeća ELEKTRANE, ZAGREB.
— Ukida se savezno Ministarstvo elektroprivrede (7. II.), a osniva KOMITET ZA ELEKTROPRIVREDU — KOMEL, koji se također iste godine ukida (20. VI.)
— Osnovano u Zagrebu poduzeće ELEKTROPROJEKT.
— Ukidaju se Generalne direkcije elektroprivrede (10. II.)
— Donesen Zakon o upravljanju privrednim poduzećima i višim privrednim udruženjima po radnim kolektivima (5. VII.)
— Produžen Petogodišnji plan (1947—1951) do konca 1952.
— Izvršen izbor prvog Radničkog savjeta u ELEKTRI I ELEKTRANI i započeto radničko upravljanje

1951. — Donesen Zakon o izborima Radničkih savjeta (29. XII.)
— Osnovano u Zagrebu poduzeće BRAĆA KAVURIĆ, poduzeće za projektiranje i montažu elektroenergetskih postrojenja.

1952. — Dovršena I. etapa HE Vinodol i izgrađen dadekovod 110 kV Vinodol-Zagreb.
— Obustavljena Diesel elektrana u Dubovcu kraj Karlovca, koja je bila u sastavu ELEKTRANE ZAGREB.
— Osnovan Institut za elektroprivredu pri Glavnoj direkciji elektroprivrede u Zagrebu.

1953. — Izgrađen dalekovod Zagreb-Konjščina-Varaždin.
— Institut za elektroprivredu postaje samostalna ustanova.

1954. — Osnovana Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske (6. IV.)

1955. — Osnovana Zajednica Jugoslovenske elektroprivrede JUGEL (9. II.)

1956. — Puštena u pogon TS Ružmarinka u Zagrebu.

1957. — Osnovano poduzeće ELEKTROPRENOS ZAGREB (1. I.)
— Puštena u pogon TS Uklopna IV u Trnju (21. XII.)
— Pušten u pogon 110 kV dalekovod ZAGREB-JAJCE (29. I.), te 30 kV dalekovod Slavonski Brod - Nova Gradiška (18. III.)
— Izdvajaju se iz Elektre područni uredi Bjelovar, Gospić, Karlovac, Koprivnica, Križ, Križevci, Sisak, Varaždin i Zabok i postaju samostalna poduzeća (1. VII.)
— TE Konjščina proradila punim kapacitetom (14. XII.)

1958. — Donesen Zakon o elektroprivredi (15. I.)
— Osnovano Stručno udruženje distributivnih poduzeća (7. VI.)

E. R.

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ ZA MJESEC LIPANJ 1958

Proizvodnja i nabava električne energije u NRH

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh						Razmjena-saldo			Ukupno (5+6+7+8+9)
		Udružene elektroprivrede		Većih ind. elektrana		Ukupno		Slovenija	BiH	Madjarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VI.	1957	50612	16278	1240	11656	51852	27934	34056	9559	—	123401
VII	1957	27559	12692	659	13219	28218	25911	26744	42944	—	123817
VIII.	1957	23668	19756	603	16001	24271	35757	24536	38800	—	123364
IX.	1957	27511	21139	908	18524	28419	39663	22055	30968	—	121105
X.	1957	56381	21448	1443	18433	57824	39881	24376	18151	—	140232
XI.	1957	62666	22061	1658	15361	64324	37422	22922	23715	—	148383
XII.	1957	59164	30818	1327	16402	60491	47220	20228	38150	—	166089
Ukupno	1957	617143	207162	15721	166377	632864	373539	327226	262951	—	1596580
I.	1958	79976	26430	1886	11074	81862	37504	—1302	46891	—	164955
II.	1958	63077	19323	1580	12757	64657	32080	1779	50530	—	149046
III.	1958	86975	17759	2024	11951	88999	29710	—6000	62133	—5697	169145
IV.	1958	81811	20540	2255	11236	84066	31776	18930	26817	—5984	155605
V.	1958	75964	11664	1557	11331	77521	22995	4473	52800	—6726	151063
VI.	1958	47745	16101	944	12613	48689	28714	37883	32896	—6886	141296
Ukupno I.-VI.	1958	435548	111817	10246	70962	445794	182779	55763	272067	—25293	931110

ENERGETSKA BILANCA ZEP HRVATSKE ZA MJESEC LIPANJ 1958. U MWh

IZVOR ELEKTRIČNE ENERGIJE	1958		1957		Odnos u %	
	Izvješt. mjesec	Od početka godine	Izvješt. mjesec	Od početka godine	1 : 3	2 : 4
a	1	2	3	4	5	6
Proizvodnja na generatoru: hidroelektrane	47745	435548	50612	360194	94,3	121,0
termoelektrane	16101	111817	16278	79248	99,3	141,0
Ukupno (a)	63846	547365	66890	439442	95,5	124,6
Vlastiti potrošak	2158	16115	2023	9519	106,4	169,0
Prag udruženih elektrana	61688	531250	64867	429923	95,1	123,5
Nabava od industrijskih elektrana (b)	493	1947	248	4745	198,8	41,1
Razmjena sa susjed. zajednicama (c)	70779	327830	43615	252423	162,4	130,0
Razmjena sa inozemstvom (d)	—6886	—25293	—	—	—	—
Ukupno raspoloživo na pragu:	126074	835734	108730	687091	116,1	121,4
Gubici: prijenosa	7061	55224	4197	24258	168,4	228,1
razdiobe	11760	74651	7314	67210	160,9	110,9
Predano potrošačima	107253	705859	97219	595623	110,0	118,4
Industr. vlastita opskrba (e)	13064	79261	12648	72815	103,2	108,7
Ukupna proizvodnja (F = a + b + e)	77403	628573	79786	517002	97,0	121,5
Proizvodnja, nabava i razmjena (G = f + c + d)	141296	931110	123401	769425	114,7	121,0
Nenamirene potrebe:						
zbog pomanjkanje energije	180,9	417,4	3,0	1819,2	—	23,0
zbog pogonskih smetnji	191,5	1082,7	342,0	888,4	55,8	122,0
Ukupni manjak električne energije	372,4	1500,1	345,0	2707,6	107,8	55,7
Ukupna potreba električne energije	141668,4	932610,1	123746,0	772132,6	114,5	120,7
Zadovoljenje u %	99,8	99,7	99,7	99,5	100,0	100,2

POGONSKI POKAZATELJI ELEKTRANA ZA MJESEC LIPANJ 1958.

Vrst elektrana		NAZIV ELEKTRANE	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh		Vlastiti potrošak		Moguća proizvodnja MWh	Faktor iskorištenja %	Maksimalno opterećenje MW	Utrošak topline kcal/kWh
				u izvj. mjesecu	od početka godine	MWh	% od proizvodnje				
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UDRUŽENE	HE	Vinodol	75,2	6 308	82 427	82	1,30	6 308	100,0	74,0	—
		Ozalj	5,0	1 336	15 062	72	5,41	1 336	100,0	5,0	—
		Zeleni Vir	0,8	310	3 130	1	0,32	310	100,0	0,8	—
		Fužine	4,0	—	359	—	—	—	—	—	—
		Kraljevac	68,0	26 131	227 613	200	0,77	26 131	100,0	54,0	—
		Miljacka	20,0	9 974	78 927	38	0,38	9 974	100,0	...	—
		Jaruga	5,4	3 505	22 184	4	0,07	3 505	100,0	5,2	—
		Zavrelje	1,5	119	5 281	5	4,24	...	...	...	—
		Mihaljevci	0,08	2	21	—	—	...	...	...	—
		Kuzmica	0,2	60	544	0	0	...	...	...	—
		Svega	×××× ××××	47 745	435 548	402	0,84	×××××× ××××××	×××××× ××××××	×××× ××××	×××××× ××××××
	TE	Zagreb	17,0	5 205	30 089	760	14,61	12 240	42,6	...	6 147
		Jertovec	26,5	7 483	58 838	601	8,03	19 080	39,4	...	4 335
		Vlaška	9,0	2 894	16 478	312	10,80	6 480	44,6	8,4	5 513
		Rijeka	5,0	—	679	—	—	3 600	—	—	—
		Gospić	1,1	11	22	1	9,10	792	1,4	...	...
		Dubrovnik	1,0	64	208	1	—	720	8,9	...	...
		Zadar	0,5	1	2	0	—	360	0,3	...	...
		Osijek	3,4	354	3 064	61	17,22	2 448	14,5	2,0	7 774
		Županja	4,0	—	1 676	—	—	2 880	—	—	—
		Đakovo	0,5	89	755	20	22,45	360	24,7	0,5	10 825
		Vinkovci	0,2	—	5	—	—	144	—	—	—
		Kuzmica	0,2	—	1	—	—	144	—	—	—
		Svega	×××× ××××	16 101	111 817	1 756	10,86	×××××× ××××××	×××××× ××××××	×××× ××××	×××××× ××××××
	Ukupno		×××× ××××	63 846	547 365	2 158	3,37	×××××× ××××××	×××××× ××××××	×××× ××××	×××××× ××××××
INDUSTRIJSKE	HE	Pam. ind., Duga Resa	1,7	160	3 229	*	*	...	...	...	—
		Tv. papira, Rijeka	0,4	199	1 983	*	*	...	...	...	...
		Tv. cementa, Majdan	1,0	270	3 143	...	...	...	...	...	...
		Roški Slap, Siverić	0,8	315	1 891	...	...	...	...	...	...
		Svega	×××× ××××	944	10 246	...	...	×××××× ××××××	×××××× ××××××	×××× ××××	×××××× ××××××
	TE	Željezara, Sisak	5,5	3 247	20 601	626	19,32	3 960	81,9	6,0	...
		Rafinarija nafte, Sisak	4,0	1 705	10 598	108	6 34	2 880	59,2	3,1	3 290
		Pam. ind., Duga Resa	2,6	1 492	6 263	127	8,52	1 872	79,8	3,2	4 300
		Pam. ind., Zagreb	0,5	3	3	...	...	360	0,8	...	...
		Tv. papira, Zagreb	2,1	791	4 570	...	...	1 512	52,4	...	...
		Tv. papira, Rijeka	2,0	743	3 294	43	5,78	1 440	51,6	1,5	4 466
		Tv. cem., Koromačno	1,2	250	1 431	54	21,60	864	29,0	0,8	...
		Jugovinil, Split	17,5	1 545	7 553	...	...	12 600	12,3	...	...
		Tv. cementa, Sućurac	3,7	—	—	—	—	2 664	—	—	—
		Tv. cementa, Majdan	1,6	860	5 779	...	...	1 152	74,7	...	...
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	1 287	5 815	177	13,75	4 320	29,8	3,5	4 923
		Tv. vagona, Sl. Brod	3,0	690	4 448	...	...	2 160	31,9	...	...
		Sladorane, Županja	3,0	—	193	—	—	2 160	—	...	—
		Šećerane, Osijek	2,0	—	414	—	—	1 440	—	—	—
		Svega	×××× ××××	12 613	70 962	...	...	×××××× ××××××	×××××× ××××××	×××× ××××	×××××× ××××××
	Ukupno		×××× ××××	13 557	81 208	...	...	×××××× ××××××	×××××× ××××××	×××× ××××	×××××× ××××××
Sveukupno			×××× ××××	77 403	628 571	...	...	×××××× ××××××	×××××× ××××××	×××× ××××	×××××× ××××××

* Vlastiti potrošak za industrijske elektrane, koje rade hidro i termo, iskazan je ukupno pod termo.

VODNA BILANCA HE VINODOL ZA MJESEC LIPANJ 1958.

Akumulacija 31. V. 1958		26796,0 MWh	Raspoložive količine vode		30029,4 MWh
dotok Lokvarka	1564,6 MWh		Proizvodnja		6308,2 MWh
dotok Ličanka	1678,8 MWh		Preljev preko brane		—
Ukupno		3243,4 MWh	Akumulacija 30. VI. 1958.		23721,2 MWh

PROIZVODNJA UGLJENA ZA MJESEC LIPANJ 1958

	Vrste ugljena — ugljenokopi	Proizvodnja u tonama					
		izvještajni mjesec			od početka godine		
		1958	1957	odnos % 1 : 2	1958	1957	odnos % 4 : 5
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Raša	64110	70920	90,4	403310	412750	97,7
MRKI	Rudnik mrkog ugljena, Dubravice	545	472	115,5	3236	3763	86,0
	Golubovečki ugljenokopi, Golubovec	6700	7234	92,6	41643	42101	98,9
	Rudnik mrkog ugljena, Ivanopolje	1705	2194	77,7	10093	12623	79,9
	Krapinski ugljenokopi, Krapina	1572	2176	72,7	9957	12227	81,4
	Međimurski ugljenokopi, M. Središće	16448	16121	102,0	102337	99146	103,2
	Rudnik mrkog ugljena, Pregrada	4461	4950	90,1	28634	27646	103,6
	Rudnik mrkog ugljena, Siverić	9876	11131	88,7	70779	71952	98,3
	Konjšćinski ugljenokopi — pogon Zajezda	2600	3210	81,0	15725	19953	78,8
	Rudnik mrkog ugljena, Ratkovica	1420	932	152,4	11196	3813	293,6
	Rudnik »Češko selo« (Dadoše)	540	110	491,0	2424	339	715,0
	Svega mrki	45867	48530	94,5	296024	293563	100,8
LIGNIT	Ivanečki ugljenokopi, Ivanec	9190	11895	77,3	78003	74744	104,4
	Konjšćinski ugljenokopi, Konjšćina	18436	23315	79,1	126402	140107	90,2
	Koprivnički ugljenokopi, Koprivnica	10173	10982	92,6	74484	69555	107,1
	Rudnik lignita, Ladanje Donje	12255	12510	98,0	79630	77777	102,3
	Bjelovarski ugljenokopi, Mišulinovac	3198	3183	100,5	21950	21249	1 03,3
	Novogradiški ugljenokopi, N. Gradiška	274	587	46,7	3576	5989	59,8
	»Bilo« rudnici lignita, Pitomača	2803	2181	128,5	18056	16851	107,2
	Rudnici ugljena metala i nemetala, Sinj	152	466	32,6	3204	5376	59,6
	Rudnik lignita, Špičkovina	2036	2390	85,2	13236	12750	103,8
	Stubički ugljenokopi, Tugonica	12620	13309	94,8	80794	81991	98,5
	Križevački ugljenokopi, Voj. Kloštar	3915	3219	121,6	28320	19846	142,7
	Kordunski rudnici, Topusko	358	930	38,5	6319	7133	88,6
	Ostali	—	420	—	—	1965	—
	Svega lignit	75410	85387	88,3	533974	535333	99,7
	Ukupno sve vrste ugljena	185387	204837	90,5	1233308	1241646	99,3

INDEKS PROIZVODNJE UGLJENA I KOKSA U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						Koksare	Plinare
		Ukupno	kameni	mrki	lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora		
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proizvodnja u 000 t	VI. 1958	1362	92	611	659	311	185	329	517	0,8	11,4	86	2,0
	I.-VI. 1958	8950	585	4096	4269	2134	1233	2042	3439	5,8	87,5	516	12,7
Indeks na bazi	VI. 1957	98	93	92	104	95	86	104	98	114	137	106	95
	I.-VI. 1957	100	94	95	107	101	97	99	101	111	151	102	100

INDEKS PROIZVODNJE I PRERADE NAFTE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	»White« špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	000m³	t	t	t	t	t	t	t
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja	VI. 1958	39150	3681	97767	21988	539	6166	28097	3465	180
	I.-VI. 1958	223221	23578	538738	125877	3368	30678	142020	21351	1016
Indeks na bazi	VI. 1957	121	114	108	116	50	126	118	149	112
	I.-VI. 1957	116	115	108	129	75	85	115	103	110

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 8/1958)

STRUKTURA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO VRSTAMA POTROŠAČA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE ZA LIPANJ 1958

Potrošačka grupa		Godina 1958			Godina 1957			Odnos u %	
		Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	1 : 4	3 : 6
a		1	2	3	4	5	6	7	8
Široka potrošnja	Kućanstva	26 479	21,0	174 300	20 252	18,6	121 026	130,7	143,6
	Rasvjeta u posl. prost.	2 198	1,7	21 350	2 460	2,2	21 673	108,5	122,2
	Ras. u društv. prost.	476	0,4	5 101					
	Motori i aparati	3 377	2,7	21 714	3 147	2,9	17 166	107,3	126,5
	Poljoprivredni motori	538	0,4	3 135	398	0,4	2 383	135,3	131,5
	Javna rasvjeta	1 166	0,9	9 073	954	0,9	7 652	121,6	118,6
	Vodovod	3 738	3,0	20 017	3 258	3,0	18 485	114,6	108,2
	Električna vuča								
	a) tramvaj i trolejbus	1 132	0,9	7 185	1 086	1,0	6 528	104,2	110,0
	b) željeznica	843	0,7	5 659	1 014	0,9	5 960	83,1	94,9
	Preprodavci	1 102	0,9	8 419	1 013	0,9	7 211	109,0	116,8
	Ukupno	41 049	32,6	275 953	33 582	30,8	208 084	122,2	132,5
Vele-potrošači	Ugljenokopi	5 168	4,1	35 715	6 260	5,8	37 735	82,6	94,6
	Tvornice cementa	6 584	5,2	35 332	6 025	5,5	34 002	109,2	103,7
	Ostala industrija	21 783	17,3	142 114	18 874	17,4	115 137	115,3	123,4
	Ukupno	33 535	26,6	213 161	31 159	28,7	186 874	107,6	114,0
Specijalni velepotrošači	Elektro-kemija	21 042	16,7	146 391	23 726	21,9	148 570	88,6	98,4
	Elektro-metalurgija	11 618	9,2	69 734	8 752	8,1	52 095	132,5	134,0
	Melioracije	9	0,0	620	*	*	*	*	*
	Ukupno	32 669	25,9	216 745	32 478	30,0	200665	100,7	108,0
Predano potrošačima		107 253	85,1	705 859	97 219	89,5	595 623	110,0	118,4
Gubici	prijenosa	7 061	5,6	55 224	4 197	3,8	24 258	168,4	228,1
	razdiobe	11 760	9,3	74 651	7 314	6,7	67 210	160,9	110,9
Ukupna raspoloživa električna energija		126 074	100,0	835 734	108 730	100,0	687 091	116,0	121,4

* Potrošačka grupa »Melioracije« u 1957. god. bila je iskazivana pod grupom »Poljoprivredni motori«.

INDEKS PROIZVODNJE ELEKTROENERGIJE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	FNRJ			Po narodnim republikama					
		Ukupno	hidro	termo	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja u kWh × 10^6	VI. 1958	560	380	180	136	78	205	111	25,9	3,6
	I—V.I 1958	3618	2396	1222	859	647	1148	796	139,7	26,4
Indeks na bazi	VI, 1957	118	123	108	122	92	107	161	177	138
	I—VI. 1957	124	140	101	127	119	102	168	179	133

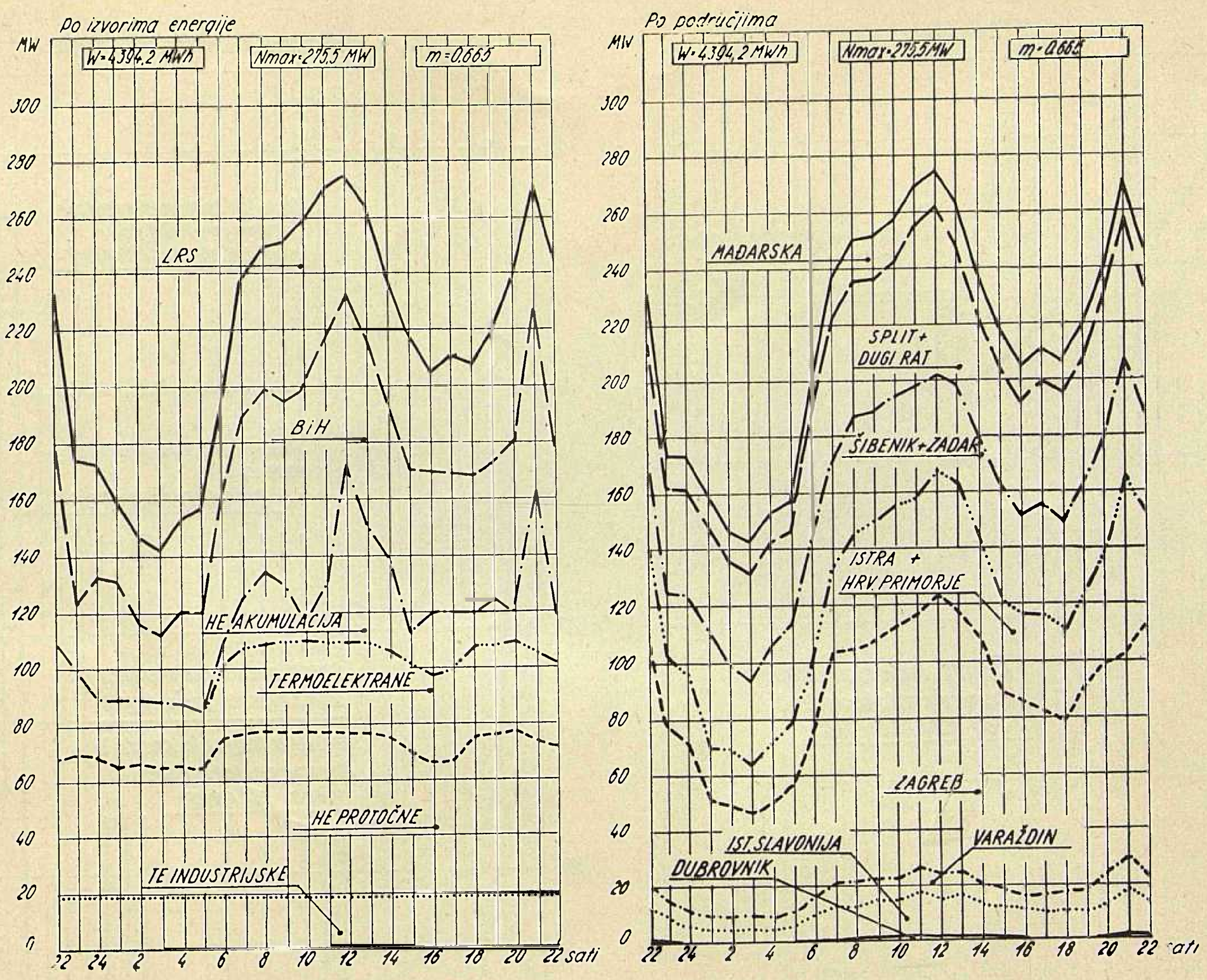
INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U FNRJ

Izvještajno razdoblje		Po narodnim republikama							Po namjeni		
		FNRJ	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	sredstava rada	materijal za reprodukciju	Potrošna roba
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VI.	1958.	112	119	107	106	109	132	123	124	111	111
	1957.	100	99	104	99	97	94	99	110	101	93
I—VI.	1958.	104,2	105,4	100,2	103,1	106,2	119,2	110,4	106,0	104,7	112,3
	1957.	93,1	89,8	93,0	95,9	95,4	86,2	79,5	90,9	95,3	88,2

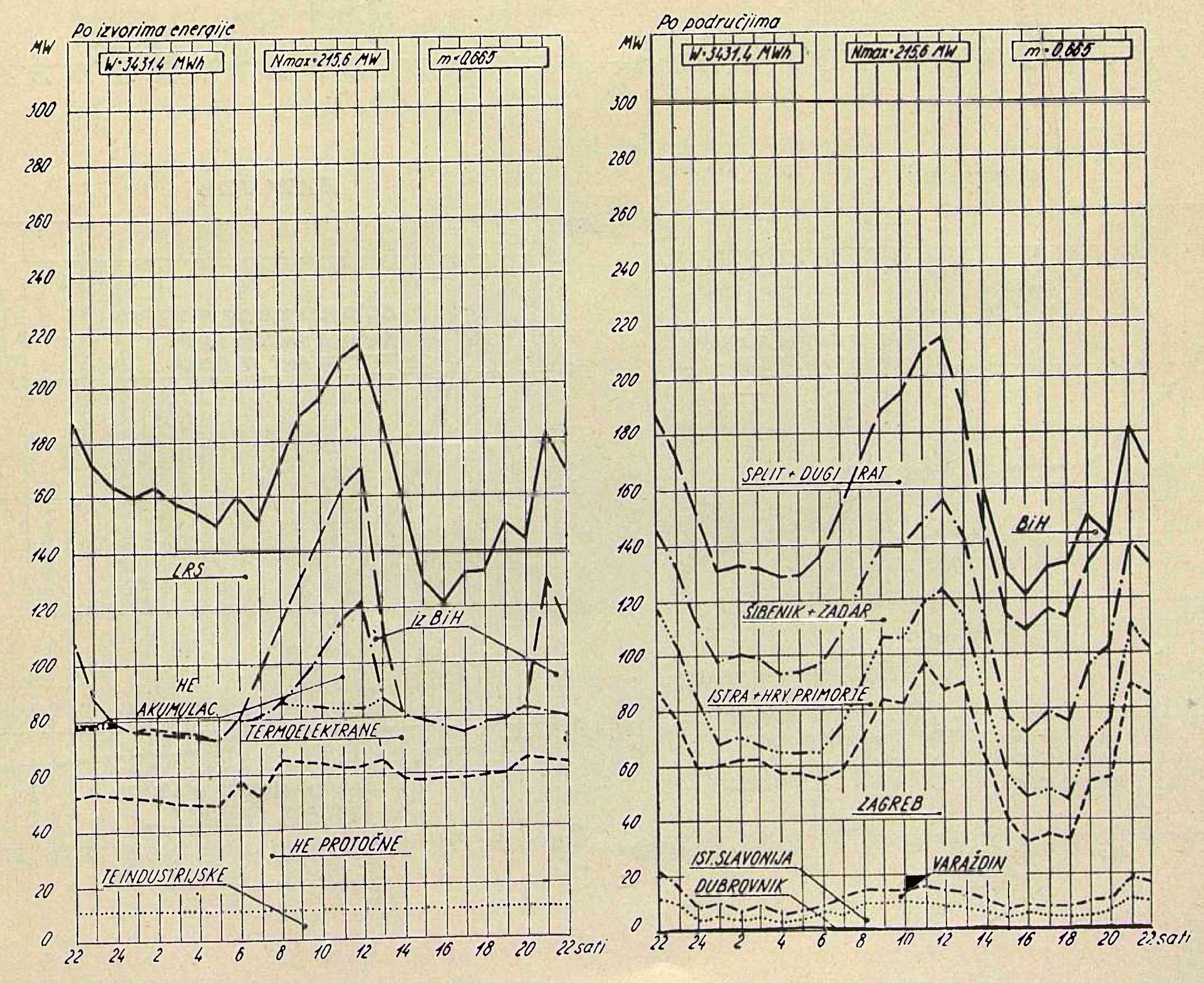
Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 8/1958)).

Tokovi dnevnog opterećenja 18. i 22. 6 1958.

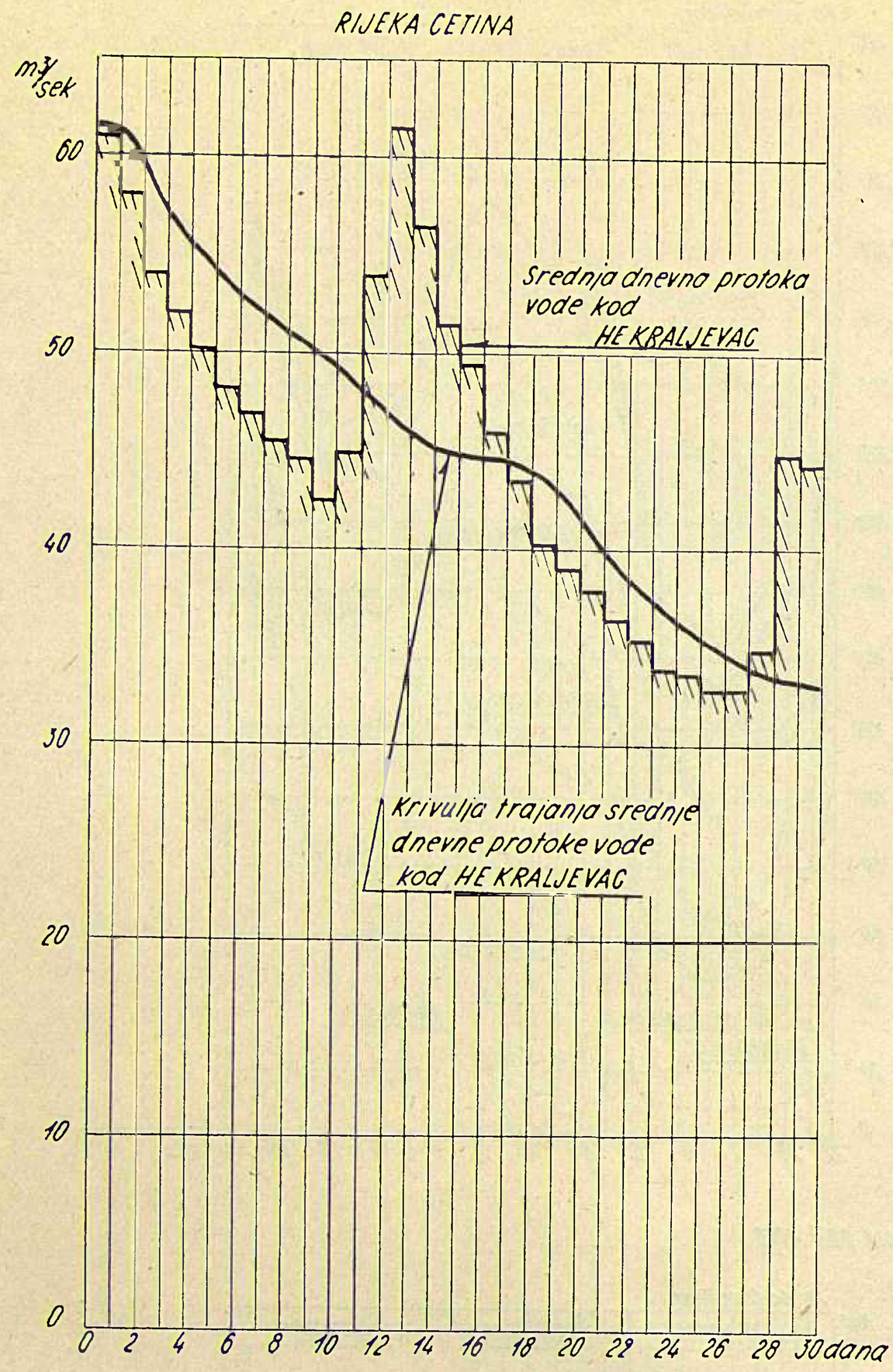
SRIJEDA 18.6.1958

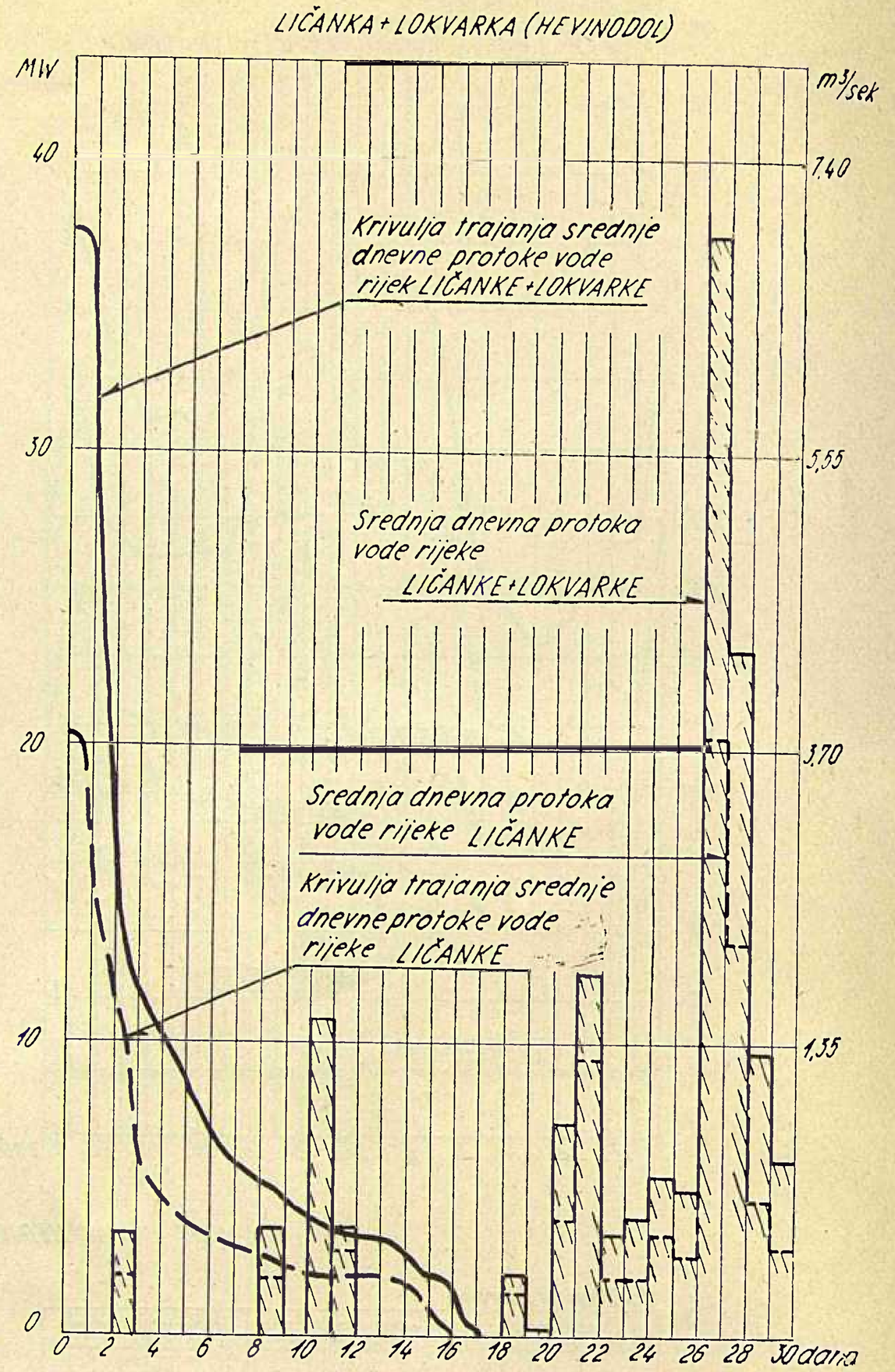


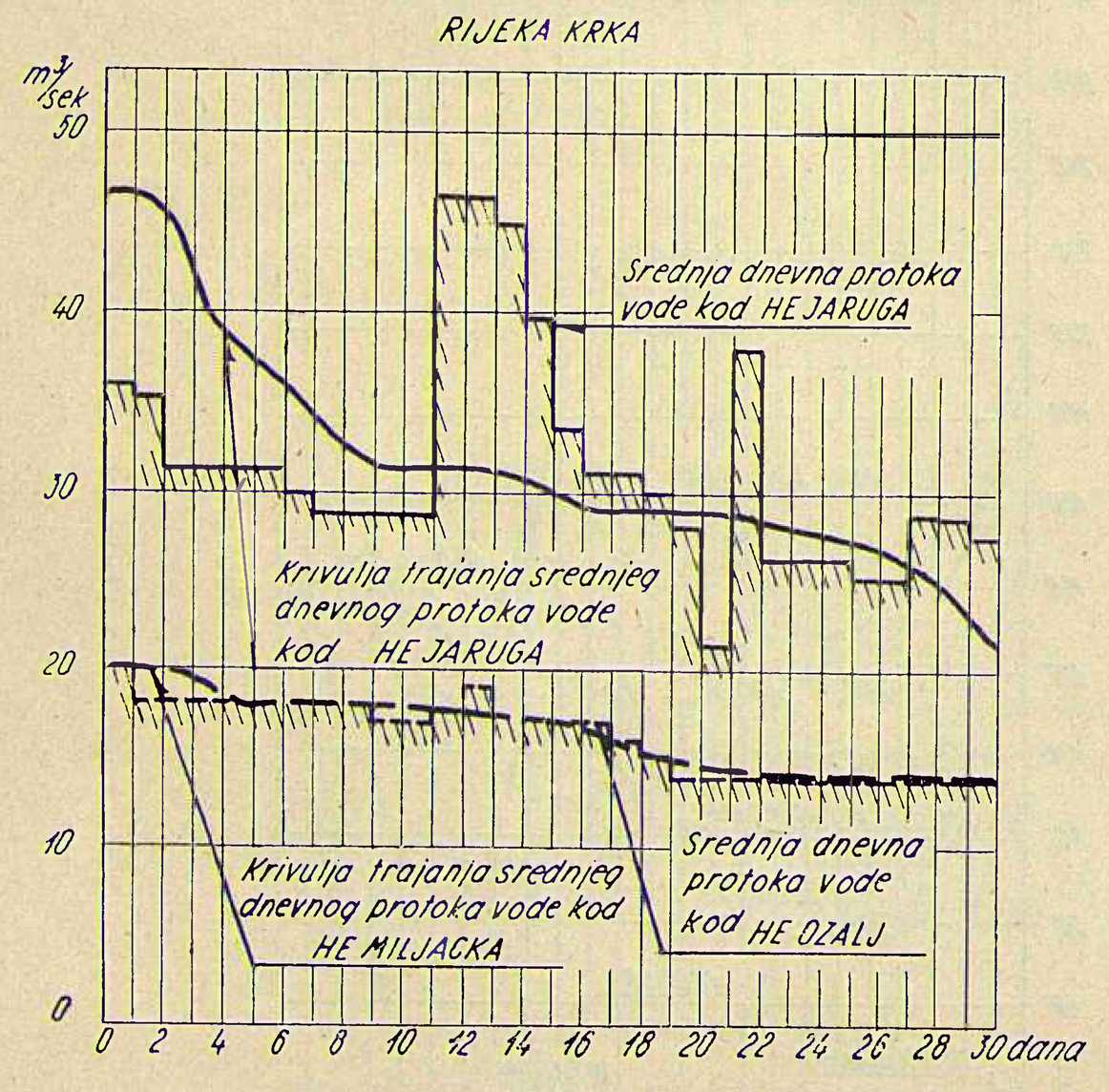
NEDJELJA 22.6.1958

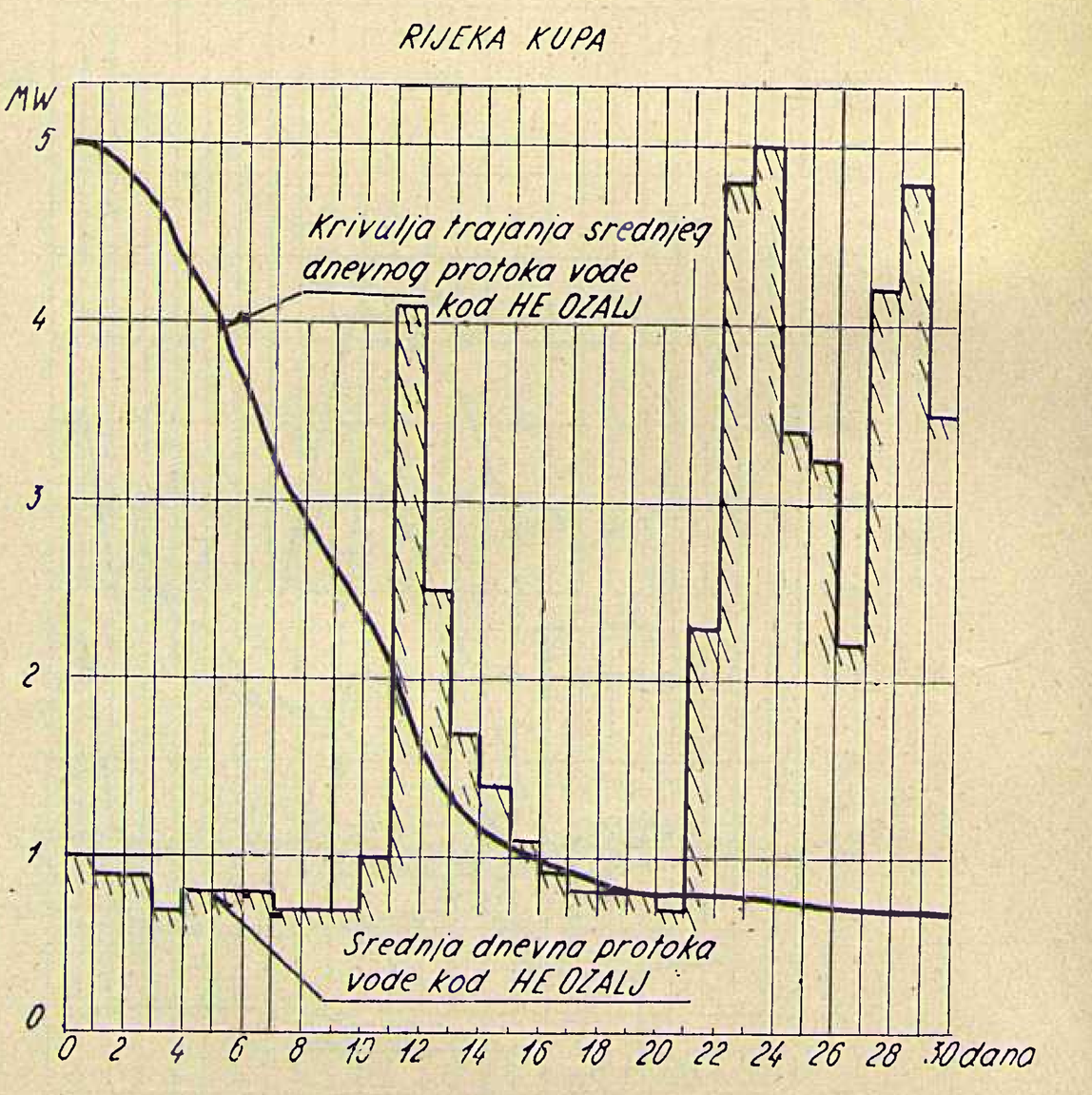


Dijagram protoka vode za mjesec lipanj 1958.









STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ ZA MJESEC SRPANJ 1958.

Prozivodnja i nabava električne energije NR Hrvatske

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh						Razmjena-saldo			Ukupno 5 + 6 + 7 + 8 + 9
		Udružene elektroprivrede		Većih ind. elektrana		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegov.	Mađarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VII.	1957	27559	12692	659	13219	28218	25911	26744	42944	—	123817
VIII.	1957	23668	19756	603	16001	24271	35757	24536	38800	—	123364
IX.	1957	27511	21139	908	18524	28419	39663	22055	30968	—	121105
X.	1957	56381	21448	1443	18433	57824	39881	24376	18151	—	140232
XI.	1957	62666	22061	1658	15361	64324	37422	22922	23715	—	148383
XII.	1957	59164	30818	1327	16402	60491	47220	20228	38150	—	166089
Ukupno :	1957	617143	207162	15721	166377	632864	373539	327226	262951	—	1,596580
I.	1958	79976	26430	1886	11074	81862	37504	—1302	46891	—	164955
II.	1958	63077	19323	1580	12757	64657	32080	1779	50530	—	149046
III.	1958	86975	17759	2024	11951	88999	29710	—6000	62133	—5697	169145
IV.	1958	81811	20540	2255	11236	84066	31776	18930	26817	—5984	155605
V.	1958	75964	11664	1557	11331	77521	22995	4473	52800	—6726	151063
VI.	1959	47745	16101	944	12613	48689	28714	37883	32896	—6886	141296
VII.	1958	28368	22876	676	15848	29044	38724	50377	29342	—9342	138145
Ukupno I. - VII. 1958		463916	134693	10922	86810	474838	221503	106140	301409	—34635	1069255

ENERGETSKA BILANCA ZEP HRVATSKE ZA MJESEC SRPANJ 1958.

IZVOR ELEKTRIČNE ENERGIJE	1958		1957		Odnos u %	
	Izvješt. mjesec	Od početka godine	Izvješt. mjesec	Od početka godine	1 : 3	2 : 4
a	1	2	3	4	5	6
Proizvodnja na generatoru: hidroelektrane	28368	463916	27559	387753	102,9	119,8
termoelektrane	22876	134693	12692	91940	180,5	146,4
Ukupno (a)	51244	598609	40251	479693	127,3	125,0
Vlastiti potrošak	2746	18861	1674	11193	164,0	168,6
Prag udruženih elektrana	48498	579748	38577	468500	125,6	123,5
Nabava: od industrijskih elektrana (b)	1956	3903	1824	6569	107,2	59,3
Razmjena sa susjed. zajednicama (c)	79719	407549	69688	322111	114,3	126,6
Razmjena sa inozemstvom (d)	—9342	—34635	—	—	—	—
Ukupno raspoloživo na pragu:	120831	956565	110089	797180	109,7	120,0
Gubici: prijenosa	6955	62179	2018	26276	346,0	238,
razdiobe	12065	86716	16773	83983	71,9	103,3
Predano potrošačima	101811	807670	91298	686921	111,4	117,5
Industr. vlastita opskrba (e)	14568	93829	12054	84869	121,0	111,5
Ukupna proizvodnja (F = a + b + e)	67768	696341	54129	571131	125,3	121,9
Proizvodnja, nabava i razmjena (G = f + c + d)	138145	1069255	123817	893242	111,5	119,7
Nenamirene potrebe: zbog pomanjkanja energije	200,9	618,3	17,2	1836,4	—	33,7
zbog pogonskih smetnji	194,9	1277,6	349,2	1237,6	55,7	103,2
Ukupni manjak električne energije	395,8	1895,9	366,4	3064,0	107,9	61,7
Ukupna potreba električne energije	138540,8	1071150,9	124183,4	896316,0	111,5	119,5
Zadovoljenje u %	99,7	99,7	99,6	99,6	100,1	100,1

POGONSKI POKAZATELJI ELEKTRANA ZA MJESEC SRPANJ 1958.

Vrst elektrana		NAZIV ELEKTRANE	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh		Vlastiti potrošak		Moguća proizvodnja MWh	Faktor iskorištenja %	Maksimalno opterećenje MW	Utrošak topline kcal/kWh
				u izvj. mjesecu	od početka godine	MWh	% od proizvodnje				
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UDRUŽENE	HE	Vinodol	75,2	3 712	86 139	79	2,13	3 712	100,0	75,0	—
		Ozalj	5,0	843	15 905	57	6,76	845	99,9	...	—
		Zeleni Vir	0,8	137	3 267	1	0,73	...	...	0,4	—
		Fužine	4,0	—	359	—	—	—	—	—	—
		Kraljevac	68,0	14 949	242 562	200	1,34	15 810	94,5	35,4	—
		Miljacka	20,0	6 290	85 217	37	0,59	7 600	82,7	21,0	—
		Jaruga	5,4	2 386	24 570	3	0,12	2 800	85,2	4,7	—
		Zavrelje	1,5	13	5 294	4	30,79	...	...	...	—
		Mihaljevci	0,08	1	22	—	—	...	...	...	—
		Kuzmica	0,2	37	581	1	2,70	...	...	...	—
		Svega	××××	28 368	463 916	382	1,35	××××××	××××××	××××	×××××
	TE	Zagreb	17,0	6 090	36 179	779	12,79	12 648	48,2	14,6	6 227
		Jertovec	26,5	13 404	72 242	1 212	9,02	19 730	67,9	36,6	4 093
		Vlaška	9,0	2 075	18 553	191	9,21	6 696	31,0	8,2	5 430
		Rijeka	5,0	—	679	—	—	3 720	—	—	—
		Gospić	1,1	31	53	3	9,67	818	3,8	...	...
		Dubrovnik	1,0	10	218	—	—	744	1,3	...	...
		Zadar	0,5	—	2	—	—	372	—	—	—
		Osijek	3,4	544	3 608	77	14,14	2 529	21,5	3,5	7 889
		Županja	4,0	577	2 253	76	13,15	2 976	19,4	4,5	5 849
		Đakovo	0,5	138	893	26	18,84	372	37,1	0,5	10 980
		Vinkovci	0,2	7	12	—	—	149	4,7	...	...
		Kuzmica	0,2	—	1	—	—	149	—	—	—
		Svega	××××	22 876	134 693	2 364	10,34	××××××	××××××	××××	×××××
	Ukupno		××××	51 244	598 609	2 746	5,35	××××××	××××××	××××	×××××
INDUSTRIJSKE	HE	Pam. ind. Duga Resa	1,7	36	3 265	*	*	...	...	0,5	—
		Tv. papira, Rijeka	0,4	167	2 150	*	*	...	...	...	—
		Tv. cementa, Majdan	1,0	178	3 321	...	...	...	...	...	—
		Roški Slap, Siverić	0,8	295	2 186	...	...	...	...	...	—
		Svega	××××	676	10 922	...	...	××××××	××××××	××××	×××××
	TE	Željezara, Sisak	5,5	3 305	23 906	618	18,75	4 092	80,6	5,7	...
		Rafinerija nafte Sisak	4,0	2 061	12 659	114	5,55	2 976	69,3	3,2	3 138
		Pam. ind. Duga Resa	2,6	1 497	7 760	122	8,15	1 934	77,4	2,6	4 150
		Pamuč. ind. Zagreb	0,5	—	3	—	—	372	—	—	—
		Tv. papira, Zagreb	2,1	723	5 293	...	...	1 562	46,3	...	...
		Tv. papira, Rijeka	2,0	779	4 073	44	5,65	1 488	52,3	1,7	4 404
		Tv. cem., Koromačno	1,2	27	1 458	6	22,21	893	3,0	0,6	...
		Jugovinil, Split	17,5	5 192	12 745	...	...	12 871	40,4	...	...
		Tv. cem., Sučurac	3,7	—	—	—	—	2 753	—	—	—
		Tv. cem., Majdan	1,6	1 051	6 830	...	...	1 190	88,2	...	...
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	606	6 421	...	...	4 464	13,6	...	...
		Tv. vagona, Sl. Brod	3,0	605	5 053	88	14,54	2 232	27,1	1,8	4 400
		Sladorane, Županja	3,0	—	193	—	—	2 232	—	—	—
		Šećerane, Osijek	2,0	2	416	—	—	1 488	0,1	...	9 500
		Svega	××××	15 848	86 810	...	...	××××××	××××××	××××	×××××
	Ukupno		××××	16 524	97 732	...	...	××××××	××××××	××××	×××××
Sveukupno			××××	67 768	696 341	..	...	××××××	××××××	××××	×××××

* Vlastiti potrošak za industrijske elektrane, koje rade hidro i termo, iskazan je ukupno pod termo.

VODNA BILANCA HE VINODOL ZA MJESEC SRPANJ 1958.

Akumulacija 30. VI. 1958.		23721,2 MWh	Raspoloživa količina vode	24920,5 MWh
dotok Ličanka	606,3 MWh		Proizvodnja	3712,0 MWh
dotok Lokvarka	593,0 MWh		Preljev preko brane	—
Ukupno		1199,3 MWh	Akumulacija 31. VII. 1958.	21208,5 MWh

PROIZVODNJA UGLJENA ZA MJESEC SRPANJ 1958.

Vrste ugljena — ugljenokopi		Proizvodnja u tonama					
		izvještajni mjesec			od početka godine		
		1958	1957	odnos % 1 : 2	1958	1957	odnos % 4 : 5
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Raša		65820	70170	93,8	469130	482920	97,1
MRKI	Rudnik mrkog ugljena, »Dubravice«	425	432	98,4	3661	4195	87,3
	Golubovečki ugljenokopi, Golubovec	6975	7259	95,8	48600	49360	98,5
	Rudnik mrkog ugljena, Ivanopolje	1644	2225	73,0	11737	14875	78,8
	Krapinski ugljenokopi, Krapina	1712	2023	84,6	11669	14250	81,9
	Međimur. ugljenokopi, Mursko Središće	16049	15836	101,4	118386	114982	103,0
	Rudnik mrkog ugljena, Pregrada	4983	4315	115,5	33618	31961	105,2
	Rudnici mrkog ugljena, Siverić	11396	11537	98,8	82175	83489	98,4
	Konjšćinski ugljenokopi, pogon Zajezda	2440	3170	76,9	18165	23123	78,7
	Rudnik »Češko selo«	450	244	184,3	2874	583	493,0
	Rudnik mrkog ugljena, Ratkovica	1400	857	148,6	12596	4670	270,0
	Svega mrki	47457	47925	99,0	343481	341488	100,6
LIGNIT	Ivanečki ugljenokopi, Ivanec	11874	11263	105,4	89877	86007	104,5
	Konjšćinski ugljenokopi, Konjšćina	17837	23996	74,4	144239	164103	87,9
	Koprivnički ugljenokopi, Koprivnica	10125	12975	78,1	84609	82530	102,5
	Rudnik lignita, Ladanje Donje	12349	12211	101,1	91979	89988	102,2
	Bjelovarski ugljenokopi, Mišulinovac	3577	3159	113,2	25527	24408	104,6
	Novogradiški ugljenokopi, N. Gradiška	471	785	60,0	4047	6774	64,8
	Rudnik lignita »Bilo«, Pitomača	2757	2448	113,6	20813	19299	107,8
	Rudnici ugljena, metala i nemetala, Sinj	408	465	88,1	3612	5841	64,8
	Rudnik lignita, Špičkovina	1644	1620	101,5	14880	14370	103,6
	Stubički ugljenokopi, Tugonica	13984	9548	146,5	94778	91539	103,5
	Križevački ugljenokopi, Voj. Kloštar	3861	3394	113,8	32181	23240	138,5
	Kordunski rudnici, Topusko	431	710	60,7	6750	7843	86,1
	Ostali	—	60	—	—	2025	—
	Svega lignit	79318	82634	96,4	613292	617967	99,2
Ukupno sve vrste ugljena		192595	200729	95,9	1425903	1442375	98,9

INDEKS PROIZVODNJE UGLJENA I KOKSA U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						Koksare	Plinare
		Ukupno	kameni	mrki	lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora		
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proizvodnja u 000 t	VII. 1958	1404	93	621	690	376	193	296	526	0,5	12,6	88	2,1
	I. - VII. 1958	10353	675	4717	4959	2517	1426	2338	3965	6,3	100,1	604	14,8
Indeks na bazi	VII. 1957	101	94	94	108	108	92	95	101	63	136	90	110
	I. - VII. 1957	100	94	94	107	102	96	98	101	100	136	100	100

INDEKS PROIZVODNJE I PRERADE NAFTE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzini	»White« špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	000m³	t	t	t	t	t	t	t
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja	VII. 1958	43427	3471	99299	22992	271	4893	28378	3282	207
	I. - VII. 1958	266648	27049	638037	148869	3639	35571	170398	24633	1208
Indeks na bazi	VII. 1957	130	109	105	110	42	87	117	82	160
	I. - VII. 1957	118	114	107	125	87	85	116	99	115

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 9/58).

STRUKTURA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO VRSTAMA POTROŠAČA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE ZA MJESEC SRPANJ 1598.

Potrošačka grupa		Godina 1958			Godina 1957			Odnos u %	
		Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	1 : 4	3 : 6
a		1	2	3	4	5	6	7	8
Široka potrošnja	Kućanstva	25 642	21,2	199 942	18 720	17,0	139 746	136,9	143,0
	Rasvjeta u posl. prost.	2 269	1,9	23 619	1 995	1,8	23 668	136,3	123,1
	Ras. u društv. prost.	451	0,4	5 552					
	Motori i aparati	3 668	3,1	25 382	2 970	2,7	20 136	123,4	125,9
	Poljoprivredni motori	640	0,5	3 775	396	0,4	2 779	161,6	136,0
	Javna rasvjeta	1 094	0,9	10 167	969	0,9	8 621	113,0	117,8
	Vodovod	4 162	3,4	24 179	3 767	3,4	22 252	111,4	108,6
	Električna vuča:								
	a) tramvaj i trolejbus	1 206	1,0	8 391	1 120	1,0	7 648	108,6	109,7
	b) željeznica	707	0,6	6 366	856	0,8	6 816	82,6	93,4
	Preprodavci	1 299	1,1	9 718	1 101	1,0	8 312	117,9	116,8
	Ukupno	41 138	34,1	317 091	31 894	29,0	239 978	129,0	132,1
Vele-potrošači	Ugljenokopi	5 130	4,3	40 845	5 815	5,3	43 550	88,2	93,8
	Tvornice cementa	6 649	5,5	41 981	6 169	5.6	40 171	107,5	104,5
	Ostala industrija	21 288	17,6	163 402	18 266	16,6	133 403	116,5	122,5
	Ukupno	33 067	27,4	246 228	30 250	27,5	217 124	109,1	113,4
Specijalni velepotrošači	Elektro-kemija	13 957	11,5	160 348	22 040	20,0	170 610	63,2	93,9
	Elektro-metalurgija	13 639	11,3	83 373	7 114	6,5	59 209	191,3	140,6
	Melioracije	10	0,0	630	*	*	*	*	*
	Ukupno	27 606	22,8	244 351	29 154	26,5	229 819	94,7	106,3
Predano potrošačima		101 811	84,3	807 670	91 298	83,0	686 921	111,4	117,5
Gubici	prijenosa	6 955	5,7	62 179	2 018	1,8	26 276	346,0	238,0
	razdiobe	12 065	10,0	86 716	16 773	15,2	83 983	71,9	103,3
Ukupno raspoloživa električna energija		120 831	100,0	956 565	110 089	100,0	797 180	109,7	120,0

* Potrošnja grupe »Melioracije« u 1957. god. bila je iskazivana pod grupom »Poljoprivredni motori«.

INDEKS PROIZVODNJE ELEKTROENERGIJE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	FNRJ			Po narodnim republikama					
		Ukupno	hidro	termo	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja u kWh × 10^6	VII. 1958	555	310	245	130	71	218	106	27,5	2,6
	I.-VII. 1958	4173	2706	1467	989	720	1366	902	167,2	29,0
Indeks na bazi	VII. 1957	110	108	114	116	118	108	99	142	162
	I.-VII. 1957	122	136	103	126	118	103	155	172	131

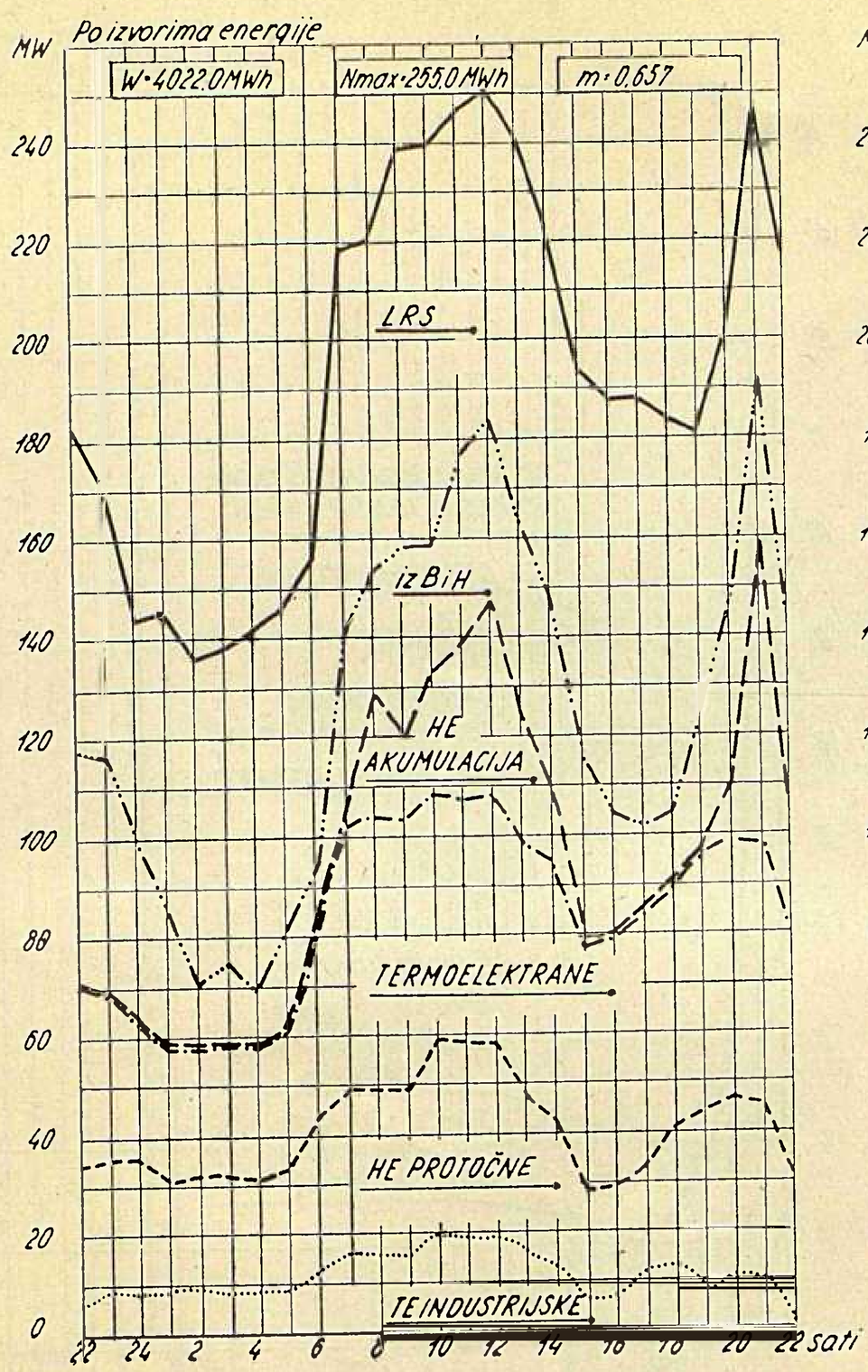
INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U FNRJ

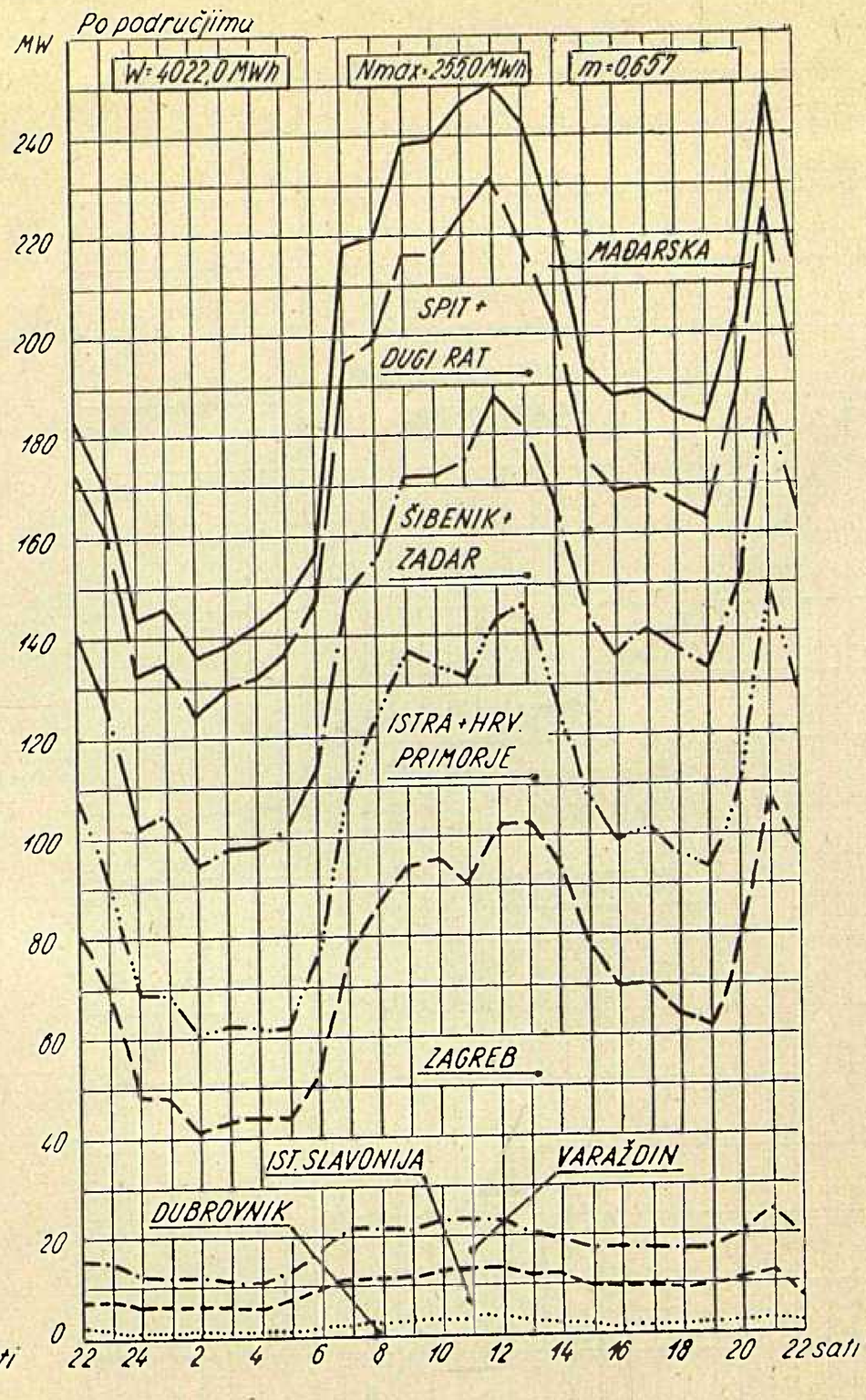
Izvještajno razdoblje	FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	sredstva rada	materijal za reprodukciju	Potrošna roba
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VII. 1958	101	104	96	101	100	128	119	103	106	91
VII. 1957	95	97	90	95	100	103	96	95	101	94
I.-VII. 1958	103,8	105,1	99,5	102,8	105,3	120,4	111,6	105,6	104,8	100,8
I.-VII. 1957	93,4	91,0	92,6	95,8	96,1	87,6	81,6	91,4	96,1	87,6

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 9/1958).

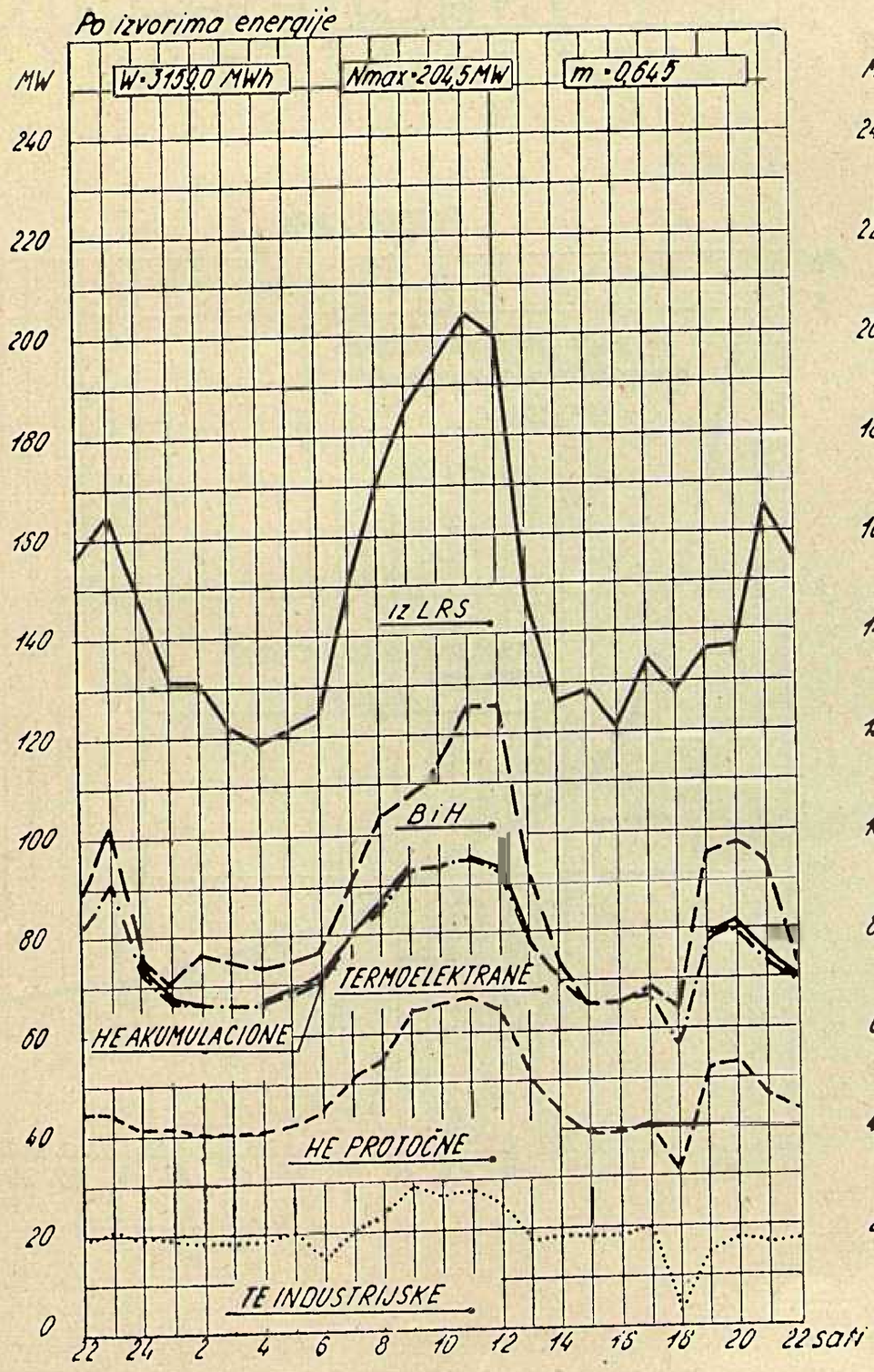
Tokovi dnevnog opterećenja 16. i 20. 7. 1958.

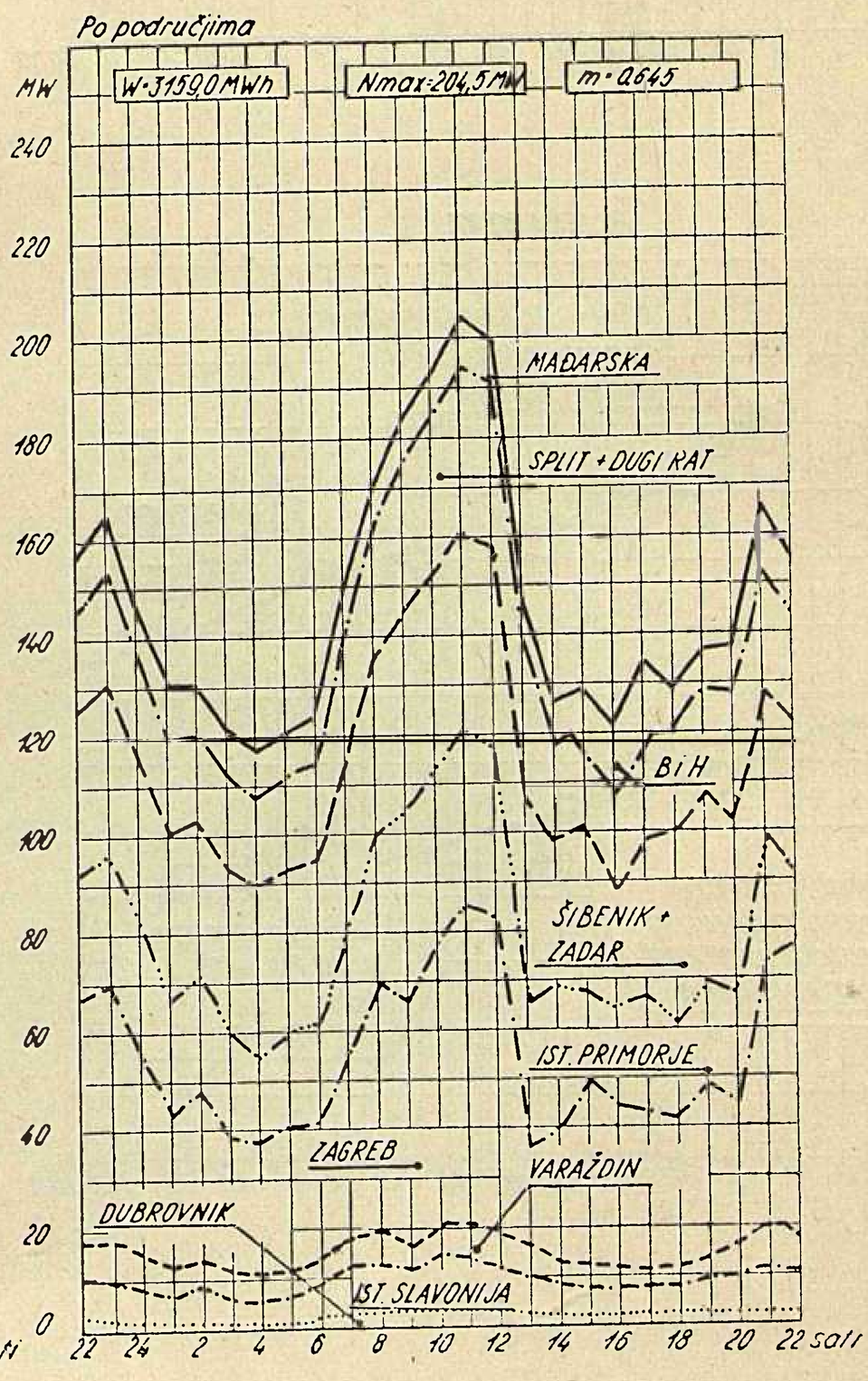
SRIJEDA 16. 7. 1958



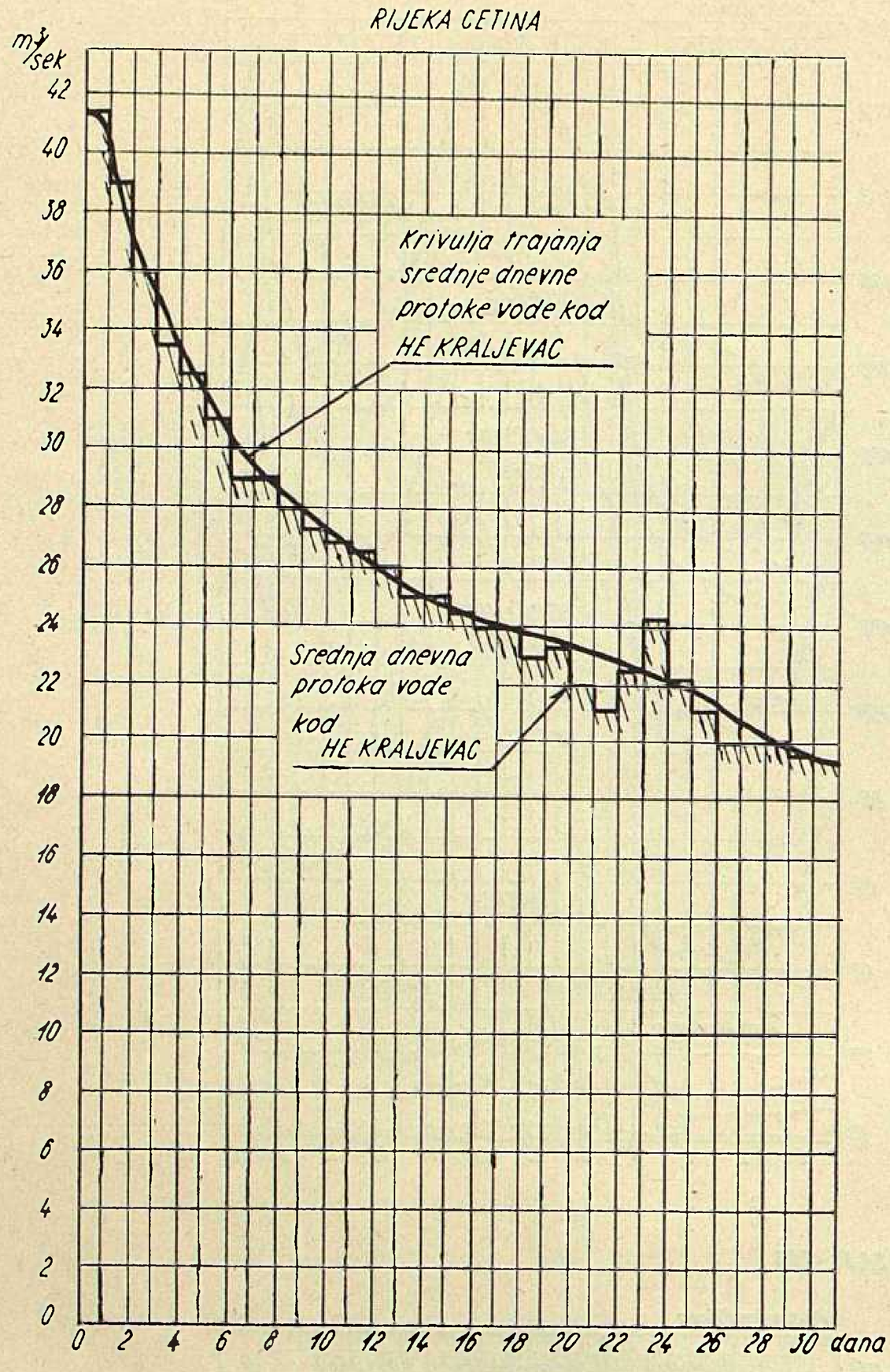


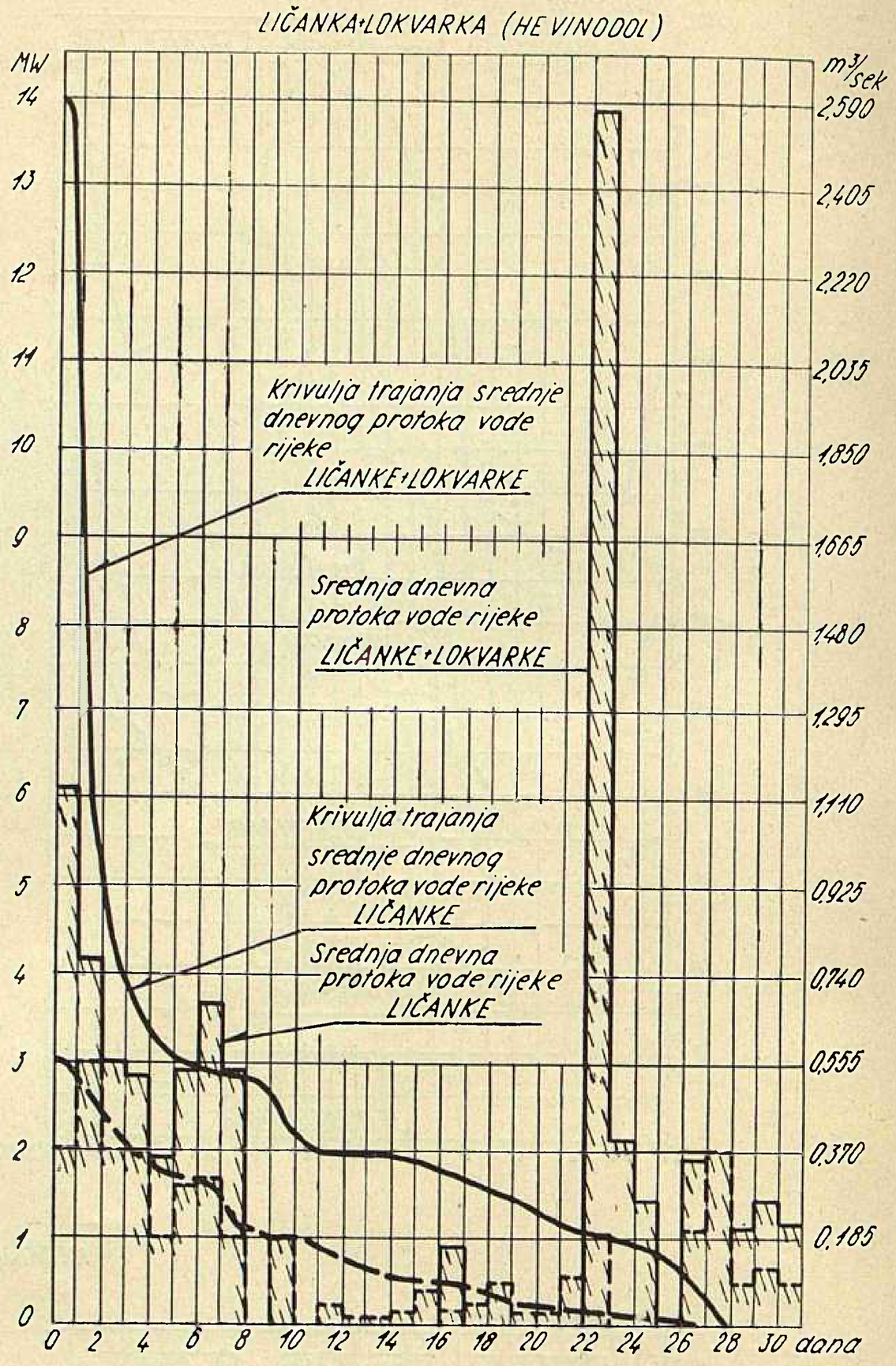
NEDELJA 20. 7. 1958

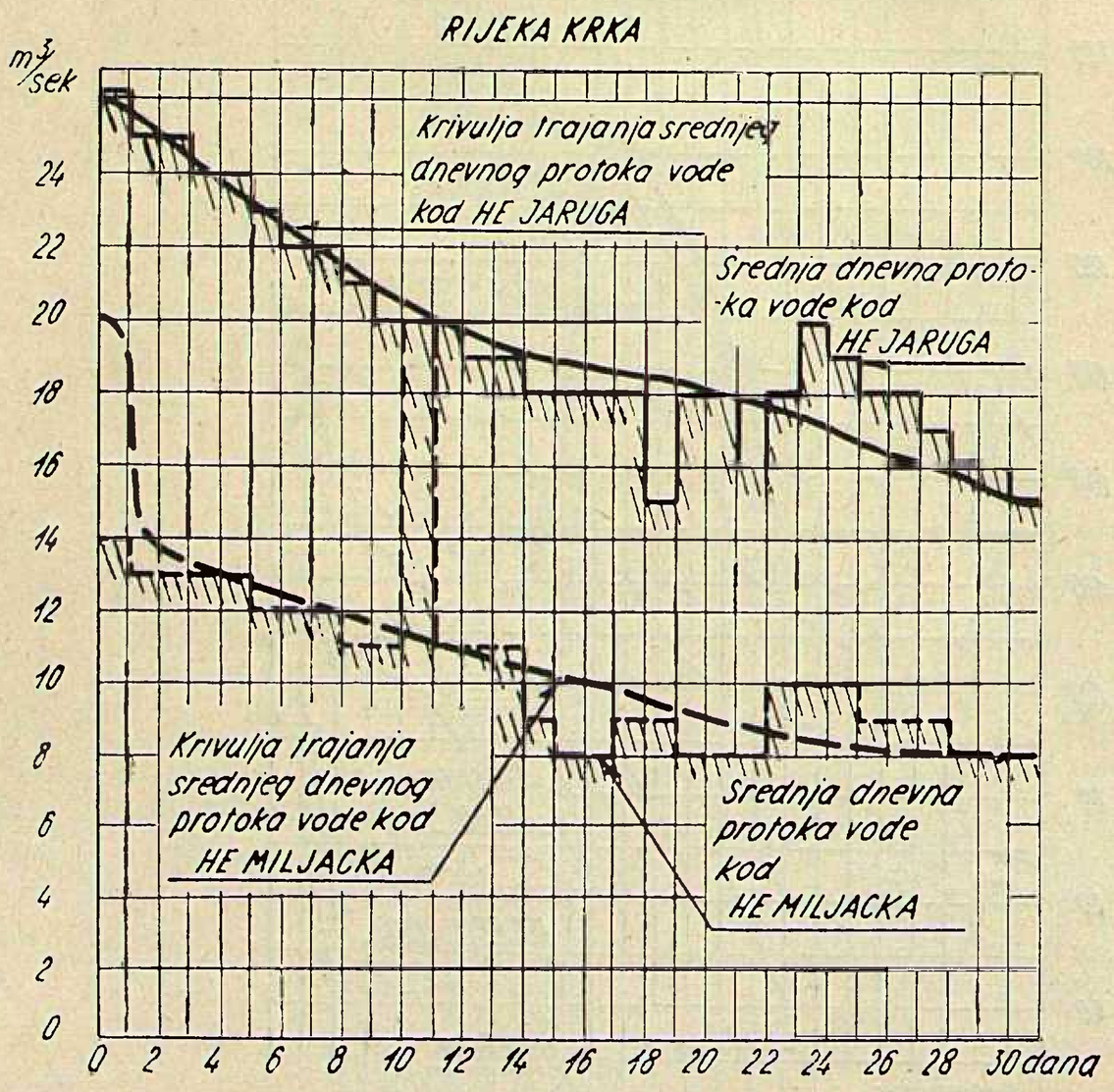


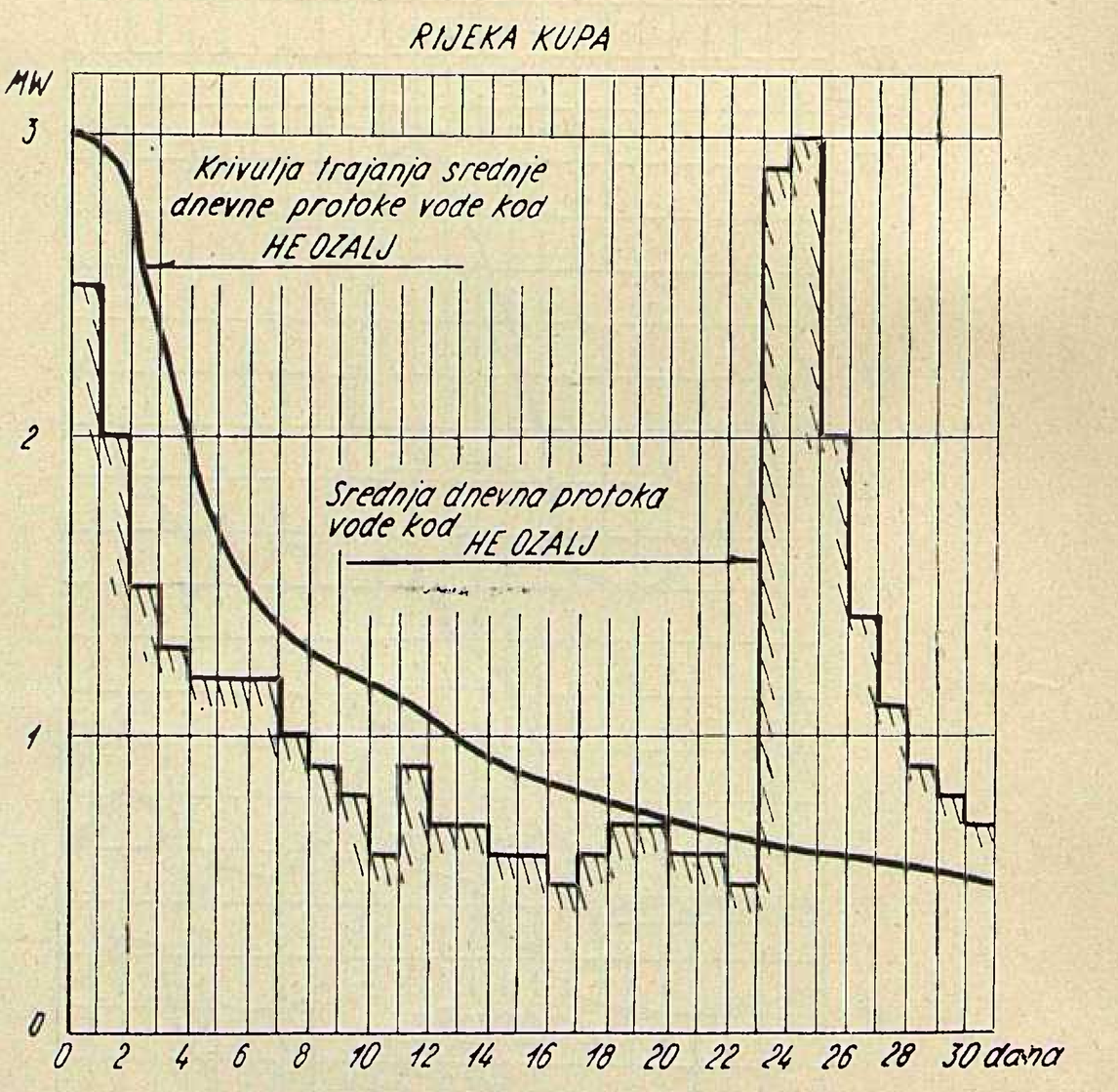


Dijagram protoka vode za mjesec srpanj 1958.









ENERGIJA

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

GODINA 1958 BROJ 11-12

Godište 7

Uredništvo i uprava

Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37

Poštanski pretinac 451

Telefoni: 51-822 i 51-455

Urednički odbor

Glavni i odgovorni urednik: **Ing. Božidar Filipović.** Urednici rubrika: **Ing. Borivoj Baranović** (Studije i istraživanja), **Ing. Alojzije Ščap** (Tehnička i pogonska problematika), **Ing. Radoslav Planić** (Izgradnja elektroenergetskih postrojenja), **Anđelko Marušić** i **Danijel Feöcze** (Ekonomsko-financijska problematika), **Ing. Ivan Lučev** (Tarifna pitanja), **Ivan Medvedec** (Opća problematika), **Držislav Šutej** (Vijesti iz poduzeća), **Prof. Ing. Vladimir Žepić** (Iz strane literature), **Krešimir Lang** (Statistika), **Ing. Brezinšćak Marijan** (Tehnički urednik).

Komercijalno i financijsko rukovodstvo: **Ernest Radetić**

Godišnja pretplata

za tuzemstvo: za pojedince Din 720.-, za poduzeća i ustanove Din 2500.-, za inozemstvo: $ 6.-

Pojedini broj: Din 120.-, dvobroj Din 200.-

Tekući račun

Komunalna banka - Zagreb, br. 400-702-2-338

Tisak: Grafički zavod Hrvatske, Zagreb

SADRŽAJ

STUDIJE I ISTRAŽIVANJA

Granica opravdanosti redukcija potrošnje u elektroenergetskom sistemu, Prof. dr. ing. Hrvoje Požar, sveuč. prof. Zagreb 457
Nalazište lignita na području Vukomeričkih Gorica, Ing. Boris Mateši ć, Vukomerički ugljenokopi, Zagreb . 462
Ispitivanja parnih kotlova i turboagregata u TE Jertovec, Ing. Vlado Feuerbach, Institut za elektroprivredu, Zagreb 467

POGONSKA PROBLEMATIKA

Regulacioni uređaj kotlova I. etape u TE Jertovec, Ing. Josip Majić, Termoelektrana, Jertovec 475

EKONOMSKO-FINANCIJSKA PROBLEMATIKA

Racionalizacija prodajne službe u elektroprivredi, Daniel Feöcze, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb 478
Utvrdimo normu privredno-računskoj službi, Ante Kršulović, Elektrane, Zagreb 483
Normiranje radne snage u distribuciji električne energije, Ante Alajbeg, Elektrodalmacija, Split 484

RAZNO

Pedeset godina termoelektrane Rijeka, 1908.—1958., Dušan Kirinčić 486
Cijena električne energije i ljudski odnosi u elektroprivredi, Ing. Marijan Leskovar 489
Elektroprivreda Hrvatske u 1957., D. Kostanjšek . 491
Elektroprivreda u Sloveniji u 1957., D. Kostanjšek . 494
Razvoj elektroprivrede Bosne i Hercegovine i stanje u godini 1957., D. Kostanjšek 496
Elektroprivreda Evrope od 1952. do 1956., Kostanjšek 500
Proizvodnja električne energije u svijetu, Ing. I. Ž. . . 502
Potrošnja energije u svijetu — preračunata na tone ekvivalentnog uglja, Ing. I. Ž. 502
Utvrđuje se visina minimalnih ličnih dohodaka, D. F. . 503
Dodaci za posebne uvjete života i rada u elektroprivredi, D. Š. 504

VIJESTI IZ PODUZEĆA, ZAJEDNICE I INSTITUTA

Polaganje temeljnog kamena za zagrebačku Toplanu, Prof. ing. V. Žepić 504
Desetgodišnjica časopisa Elektroprivreda, D. F. . . . 505
Sa zasjedanja Upravnog odbora ZEPH, M. Jovanović 506
Savjetovanje s ložačima i strojarima u vezi toplinske racionalizacije u pogonima, Ing. Z. Sakar 508
III. redovna skupština Jugoslavenskog elektrotehničkog komiteta, Prof. ing. V. Žepić 508
Važniji pogonski događaji od III. do XI. mjeseca 1958. . 509
In memoriam Vladi Biškupu 511

PREGLED NOVIH KNJIGA 512

STATISTIKA

Statistika za mjesece kolovoz i rujan 1958. 516

ENERGIJA 1959 U BROJU 1–2 IZMEĐU OSTALOGA OBJAVLJUJE:

B. Baranović

Izgradnja hidroelektrana na Trebišnjici

H. Požar

Instalirana snaga hidroelektrana i stepen iskorišćenja vodenih snaga

M. Jung

Proračun kratkog spoja u budućoj 110 i 220 kV mreži Hrvatske

M. Leskovar

Prognoziranje razvoja konzuma

A. Baborsky

Primjena tehnike ponovnog ukapčanja u našoj mreži visokog i najvišeg napona

V. Hangi

Zaštita sabirnica

Ž. Zlatar

Upute o postupku uklopnog osoblja

D. Feöcze

Niveliranje troškova distribucije

GRANICA OPRAVDANOSTI REDUKCIJA POTROŠNJE U ELEKTROENERGETSKOM SISTEMU

Prof. dr. ing. Hrvoje Požar, sveuč. profesor, suradnik Instituta za elektroprivredu, Zagreb

621.311.1:621.31

Smanjenjem sigurnosti opskrbe potrošača smanjuje se s jedne strane potreba izgradnje elektrana i potreba proizvodnje električne energije, dok se s druge strane ne iskorištavaju potrošačka postrojenja, što dovodi do smanjenja industrijske proizvodnje. U članku je prikazana metoda pomoću koje je moguće odrediti optimalni opseg redukcija, kako bi se osigurala maksimalna korist za narodnu privredu. Pri tome je uzet u obzir raspored proizvodnje u hidroelektranama, troškovi u termoelektranama i štete radi smanjenja proizvodnje u industriji.

1. Uvod

Izgradnjom dovoljnog broja hidroelektrana, ili dovoljnog broja hidroelektrana i termoelektrana, moguće je u svim slučajevima i sa potpunom sigurnošću opskrbiti potrošnju električne energije. Međutim postavlja se pitanje da li je potrebno težiti potpunoj sigurnosti, a ako ne, koliko osiguranje treba postići. Smanjenje sigurnosti opskrbe potrošača s jedne strane smanjuje potrebu izgradnje elektrana (hidroelektrana ukoliko se radi o elektroenergetskom sistemu sa samim hidroelektranama, odnosno termoelektrana, ukoliko se radi o sistemu u kojem rade i hidroelektrane i termoelektrane) a smanjuje i potrebe proizvodnje energije. To smanjenje proizvodnje energije nema utjecaja na troškove u sistemu, ukoliko se radi o elektroenergetskom sistemu samih hidroelektrana.
S druge strane smanjenje sigurnosti opskrbe potrošača dovodi do smanjenja korištenja proizvodnih kapaciteta potrošača, što izaziva gubitke.

Razlika ušteda u elektroenergetskom sistemu i gubitaka kod potrošača daje ukupnu korist u privredi kao cjelini, koja nastaje radi smanjenja sigurnosti potrošača. Iz zahtjeva da se — uz zadane uvjete — postigne maksimalna korist, može se odrediti optimalan stepen sigurnosti opskrbe potrošača električnom energijom.

2. Slučaj redukcije istovrsnih potrošača

Poznavajući moguću mjesečnu ili dekadnu proizvodnju hidroelektrana za promatrano stanje izgradnje, moguće je odrediti i krivulje trajanja ili vjerojatnosti srednjih mjesečnih ili srednjih dekadnih snaga (P_h na sl. 1.). Krivulje vjerojatnosti srednjih snaga određujemo bilo za godinu kao cjelinu, bilo za pojedina razdoblja godine (zima, ljeto i t. d.), bilo za svaki mjesec posebno. Podjela na kraća razdoblja diktirana je promjenljivošću potražnje u pojedinim godišnjim razdobljima, pa što je ta promjenljivost veća to je veća potreba podjele na veći broj razdoblja.

Na sl. 1. potražnja je prikazana srednjom snagom P_p potražnje u promatranom razdoblju.

Opravdanost razmatranja sa srednjim snagama osniva se na činjenici da u doba malih voda ne postoji pomanjkanje snage, pa je potreba izgradnje novih elektrana određena manjkom energije, odnosno na činjenici da u doba malih voda termoelektrane rade u temeljnom dijelu dijagrama opterećenja.

Na sl. 1. prikazan je primjer za slučaj podjele godine na tri razdoblja, dok će razmatranja biti provedena za podjelu na n razdoblja.

Promotrimo najprije slučaj termoenergetskog sistema u kojemu rade hidroelektrane i termoelektrane.

Smanjenje troškova u elektroenergetskom sistemu radi redukcija kod potrošača možemo podijeliti na smanjenje troškova radi smanjenja potrebne izgradnje termoelektrana i na smanjenje troškova radi smanjene proizvodnje u termoelektranama.

Za slučaj potpune sigurnosti opskrbe potrošača ukupna snaga termoelektrana treba da iznosi $r \cdot P_t$ (sl. 1.), gdje je r faktor rezerve. Ako računamo s redukcijom snage P_r kod potrošača, smanjena potrebna snaga termoelektrane treba da iznosi $r \cdot P'_t$, odnosno smanjenje potrebne snage uz redukciju snage P_r kod potrošača iznosi $r \cdot P_r$. Ako još s b_t označimo godišnje troškove po jedinici snage dobivamo uštedu na troškovima snage

$$\Delta T_s = r \cdot b_t \cdot P_r \qquad (1)$$

Ušteda na promjenljivim troškovima praktički je proporcionalna reduciranoj potrošnji, pa ako s c_g označimo specifične troškove po reduciranom kWh dobivamo

$$\Delta T_p = c_g (W_{r1} + W_{r2} + W_{r3} + \ldots + W_{rn}) \qquad (2)$$

Ovdje smo pretpostavili da je c_g konstantna veličina što možemo u prvoj aproksimaciji i prihvatiti, dok ćemo kasnije utvrditi s kojom veličinom za c_g treba računati.

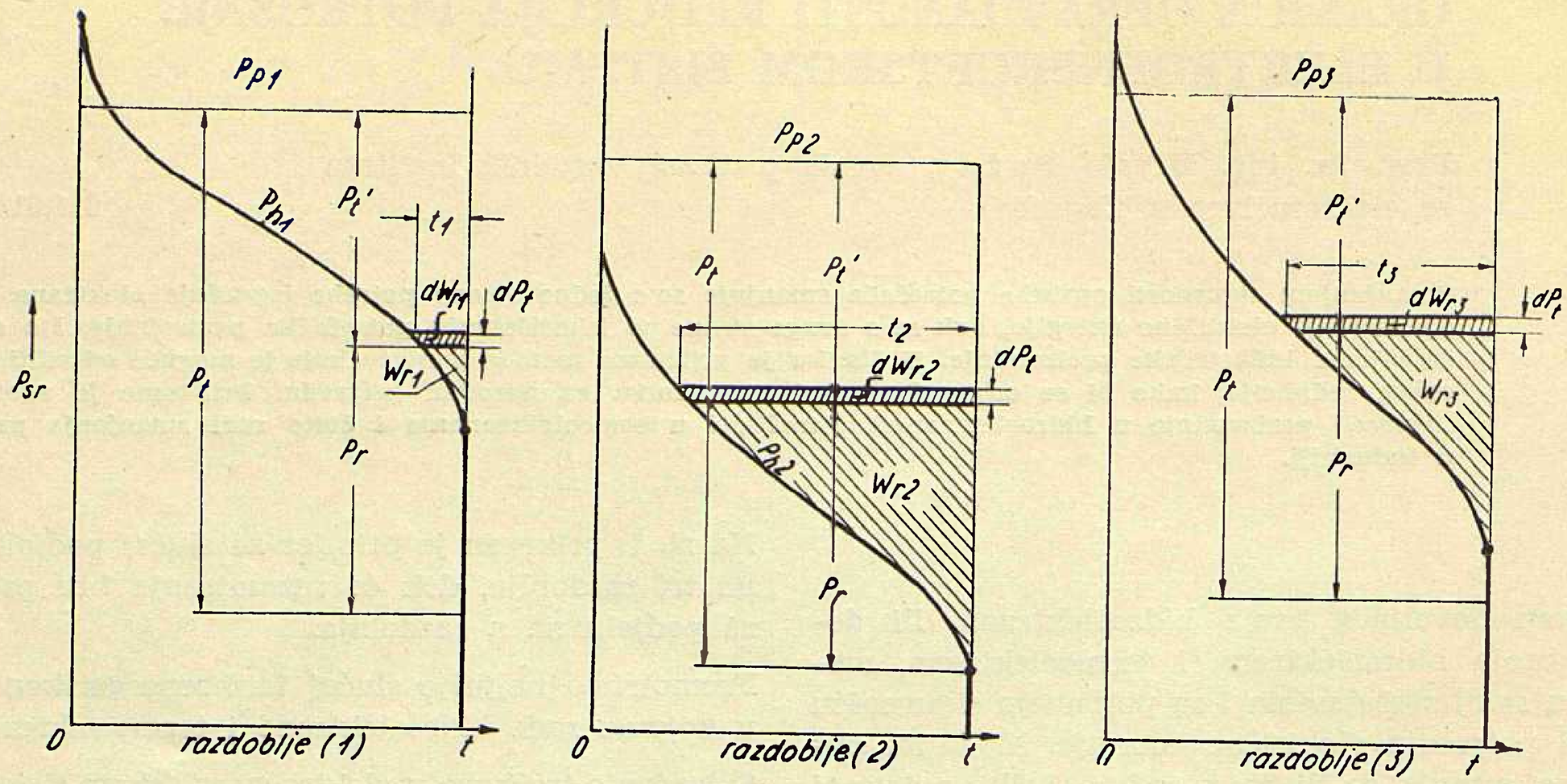
Ukupna dakle ušteda iznosi

$$\Delta T = r \cdot b_t \cdot P_r + c_g \sum_1^n W_{rn} \text{ Din/god.} \qquad (3)$$

Štetu koja nastaje redukcijom potrošača smanjenjem dobave možemo prikazati izrazom

$$\Delta G = (c_p - c_o) \cdot s \cdot \sum_1^n W_{rn} \text{ Din/god.,} \qquad (4)$$

gdje je c_p vrijednost ili prodajna cijena jedinice proizvoda (na pr. Din/kg ili Din/kom), c_o troškovi proizvodnje jedinice proizvoda, ali samo troškovi ovisni o proizvodnji, s specifična proizvodnja po kWh (na pr. kg/kWh ili kom/kWh), dok je $\sum_1^n W_{rn}$ ukupno godišnje reducirana količina električne energije.



Sl. 1. Krivulja trajanja srednje snage (Ph), srednja snaga potražnje (Pp,) potrebna sigurna snaga termoelektrana za potpunu sigurnost opskrbe (P_t), raspoloživa snaga termoelektrana (Pt'), reducirana snaga (P_r) i reducirana energija (W_r).

Ukupna korist radi redukcije potrošnje električne energije iznosi

$$K = \Delta T - \Delta G, \tag{5}$$

dok će maksimum koristi biti postignut kad je

$$\frac{d\,K}{d\,P_r} = o. \tag{6}$$

Deriviranje po P_r moguće je, jer su sve reducirane količine energije $W_{r1} \ldots W_{rn}$ funkcije P_r, dok su veličine c_g, c_o i c_p prema definiciji konstante.

Deriviranjem izraza (5) i postavljanjem da je

$$\Delta c = c_p - c_o \tag{7}$$

dobivamo kao uvjet minimuma

$$\frac{d\,K}{d\,P_r} = r\,b_t + c_g \left(\frac{d\,W_{r1}}{d\,P_r} + \frac{d\,W_{r2}}{d\,P_r} + \cdot\cdot\cdot + \frac{d\,W_{rn}}{d\,P_r} \right) -$$

$$- \Delta c \cdot s \left(\frac{d\,W_{r1}}{d\,P_r} + \frac{d\,W_{r2}}{d\,P_r} + \cdot\cdot\cdot + \frac{d\,W_{rn}}{d\,P_r} \right) = o, \tag{8}$$

odnosno

$$\sum_1^n \frac{d\,W_{rn}}{d\,P_r} = \frac{r\,b_t}{\Delta c \cdot s - c_g} \tag{9}$$

Diferencijalni kvocijent $\frac{d\,W_{rn}}{d\,P_t}$ možemo definirati kao trajanje redukcije t_n u n-tom razdoblju, pa (9) možemo pisati

$$\sum_1^n t_n = \frac{r\,b_t}{\Delta c \cdot s - c_g} \tag{10}$$

Druga derivacija izraza (5) glasi

$$\frac{d^2\,K}{d\,P_r^2} = (c_g - \Delta\ c \cdot s) \sum_1^n \frac{d^2\,W_{rn}}{d\,P_r^{\,2}} \tag{11}$$

pa budući da je $\sum_1^n \frac{d^2\,W_{rn}}{d\,Pr^2}$ uvijek pozitivna veličina (sl. 2.), uvjet je maksimuma zadovoljen kad je

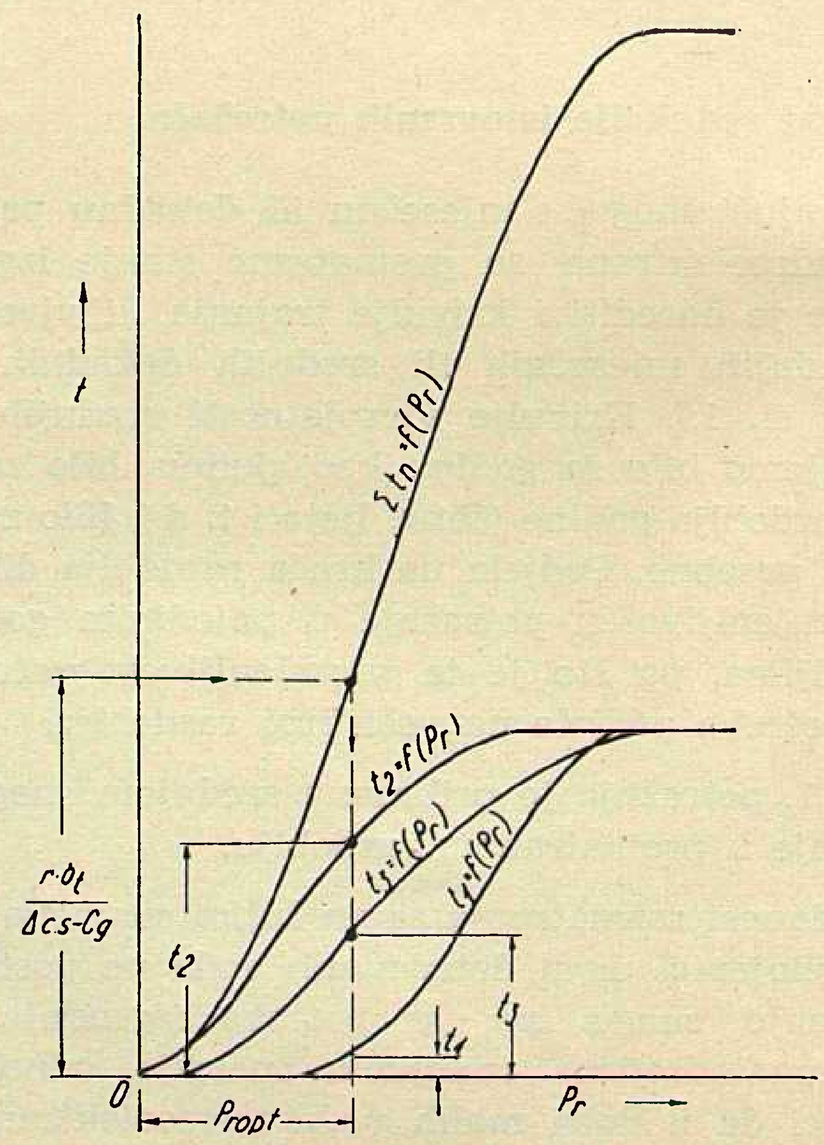
$$\Delta c \cdot s > c_g, \tag{12}$$

što je normalno i slučaj, jer bi već kod $\Delta c \cdot s = c_g$ izraz (9) dao kao rezultat

$$\sum_1^n \frac{d\ W_{rn}}{d\ P_t} = \infty, \tag{13}$$

što bi značilo da nema smisla niti graditi dopunske termoelektrane za opskrbu takovih potrošača.

Jednadžbu (10) najjednostavnije je riješiti grafički. U tu svrhu u koordinatni sistem nanosimo $t_1 = f\,(P_r)$,



Sl. 2. Primjer određivanja P_{ropt} za slučaj istovrsnih potrošača.

$t_2 = f(P_r)$ i t. d. (sl. 2.), koje ovisnosti možemo neposredno prenijeti iz dijagrama na sl. 1. Zbrajanjem tih krivulja po ordinatama dobivamo $\sum_1^n t_n = f(P_t)$. Koristeći odnos (10) možemo odrediti točku A na krivulji $\sum_1^n t_n = f(P_t)$ pomoću koje određujemo i snagu (P_{ropt}) odnosno trajanje redukcija bilo godišnje $\left(\sum_1^n t_n\right)$ bilo za svako razdoblje posebno.

Tim veličinama (P_{ropt} i t) određena je količina energije koja se reducira, pa je u tu svrhu moguće odrediti i krivulju koja prikazuje $W_r = f(P_r)$, a koju dobivamo iz integrala

$$W_r = \int_0^{P_r} \sum_1^n t_n \, dP_r. \qquad (14)$$

Veličina c_g koja dolazi u (10) jednaka je specifičnim promjenljivim troškovima najneekonomičnijih termoelektrana, jer se redukcijama smanjuje baš njihova proizvodnja. Veličinu c_g trebalo bi odrediti kao prosjek specifičnih promjenljivih troškova najneekonomičnijih termoelektrana ukupne snage

$$\triangle P_t = (r - 1) P'_t, \qquad (15)$$

jer će se jedna od tih termoelektrana upotrebiti kao posljednja za pokrivanje konzuma, što će ovisiti o stanju (kvarovi, remont i sl.) u neekonomičnijim termoelektranama.

Što se tiče stalnih troškova snaga (b_t), njih treba odrediti prema investicijama za nove termoelektrane. Radi ilustracije navodimo primjer za slučaj da u sistemu postoje samo manji potrošači, kod kojih šteta u slučaju redukcije iznosi 250 Din/kWh, pa je tada

$$\triangle c \cdot s = 250 \text{ Din/kWh}.$$

Neka za taj slučaj iznosi

$$c_g = 5 \text{ Din/kWh}$$

$$b_t = 19{,}2 \cdot 10^3 \text{ Din/kW, god}$$

$$r = 1{,}15,$$

pa dobivamo

$$\sum_1^n t_n = \frac{1{,}15 \cdot 19{,}2 \cdot 10^3}{250 - 5} = 90 \text{ sati/god.}$$

Prema tomu trajanje redukcije smije iznositi 90 sati godišnje, odnosno

$$t\,\% = \frac{90}{8760} \cdot 100 = 1{,}03$$

ili izraženo kao sigurnost

$$p = 100 - 1{,}03 = 98{,}97\%.$$

Dakle u ovom slučaju bilo bi potrebno izgraditi toliko termoelektrana da u 98,97% slučajeva bude osigurana potpuna opskrba potrošača.

Sve navedeno vrijedi za slučaj kad u elektroenergetskom sistemu postoje hidroelektrane i termoelektrane, a izvedeni izrazi mogu se upotrebiti i za slučaj da u sistemu postoje samo hidroelektrane s razlikom da treba postaviti

$$c_g = 0 \qquad (16)$$

i

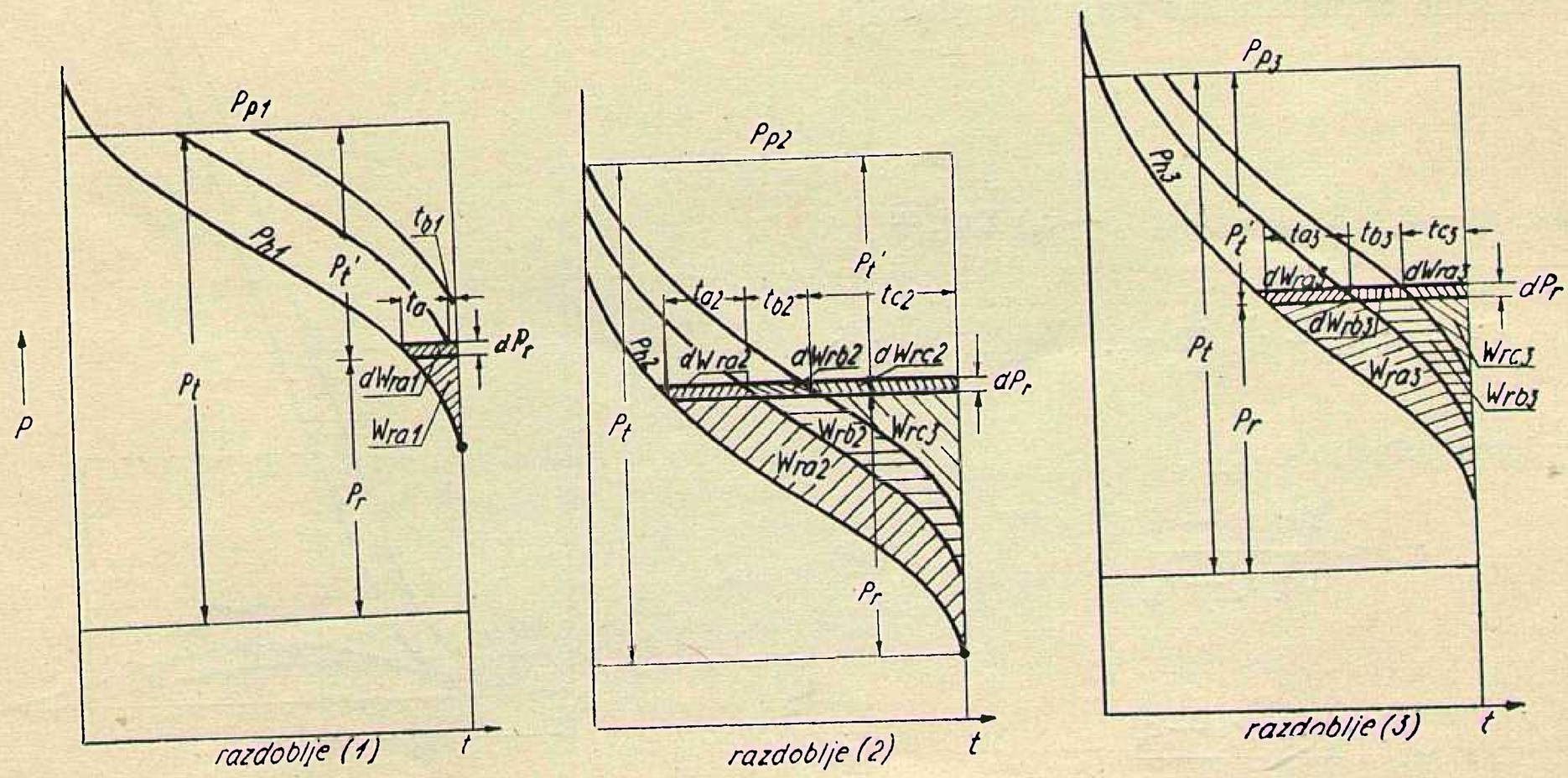
$$r b_t = b_h, \qquad (17)$$

gdje b_h označuje specifične godišnje troškove za jedinicu snage nove hidroelektrane i to sračunato za srednju snagu, koju hidroelektrana ima u najsušnijem periodu.

3. Slučaj redukcije raznovrsnih potrošača

U slučaju da se iz elektroenergetskog sistema opskrbljuju raznovrsni potrošači, redoslijed redukcije je određen prema umnošku $\triangle c \cdot s$, s tim da se najprije reduciraju potrošači s najmanjim umnoškom $\triangle c \cdot s$. Poznavanjem srednje potrebne snage svakog od tih potrošača (P_a, $P_b \ldots P_i$) moguće je za određeni P_r odrediti i reduciranu količinu energije (W_{ra}, $W_{rb} \ldots W_{ri}$) za svakog potrošača posebno (sl. 3).

Na sl. 3. prikazan je slučaj triju raznovrsnih potrošača, dok je razmatranje provedeno za i raznovrsnih potrošača, koji su označeni s a, b, $c \ldots i$.



Sl. 3. Reducirana snaga i energija za tri raznovrsna potrošača.

Izraz za uštedu na troškovima snage ΔT_s glasi sada kao i u slučaju istovrsnih potrošača (1), dok za uštedu na promjenljivim troškovima možemo pisati

$$\Delta T_p = c_g [(W_{ra1} + W_{ra2} + W_{ran}) + (W_{rb1} + W_{rb2} + \ldots + W_{rbn}) + \ldots + (W_{ri1} + W_{ri2} + \ldots + W_{rin})], \quad (18)$$

odnosno

$$\Delta T_p = c_g \left(\sum_{n=1}^{n} W_{ran} + \sum_{n=1}^{n} W_{rbn} + \cdots + \sum_{n=1}^{n} W_{rin} \right). \quad (19)$$

Ukupna dakle ušteda iznosi

$$\Delta T = r\, b_t P_r + c_g \sum_{i=a}^{i} \sum_{n=1}^{n} W_{rin}. \quad (20)$$

Analogno izrazu (4) uvaživši (7) i sl. 3. dobivamo za štete koje nastaju radi redukcija

$$\Delta G = \Delta c_a \cdot s_a \sum_{n=1}^{n} W_{ran} + \Delta c_b \cdot s_b \sum_{n=1}^{n} W_{rbn} + \cdots \cdots + \Delta c_i s_i \sum_{n=1}^{n} W_{rin}, \quad (21)$$

odnosno

$$\Delta G = \sum_{i=a}^{i} \Delta c_i s_i \sum_{n=1}^{n} W_{rin} \quad (22)$$

Maksimum koristi postižemo i sada uz uvjet (6), pa konačno dobivamo da je minimum gubitaka postignut, kad je ispunjena jednadžba

$$r \cdot b_t = \sum_{i=a}^{i} (\Delta c_i s_i - c_g) \sum_{n=1}^{n} \frac{d W_{rin}}{d P_r} \quad (23)$$

Ako izraz (23) pišemo za slučaj prikazan na sl. 3., gdje je godina podijeljena u tri razdoblja ($n = 3$) i gdje je pretpostavljeno da imamo tri grupe potrošača (a, b i c), te ako uzmemo u obzir da diferencijalni kvocijent $\frac{d W_r}{d P_r}$ možemo definirati kao trajanje redukcija, dobivamo

$$r\, b_t = \left(\Delta c_a s_a - c_g\right) \sum_{n=1}^{3} t_{an} + (\Delta c_a s_a - c_g) \sum_{n=1}^{3} t_{bn} + (\Delta c_c s_c - c_g) \sum_{n=1}^{3} t_{cn}. \quad (24)$$

Ako još uvedemo relacije

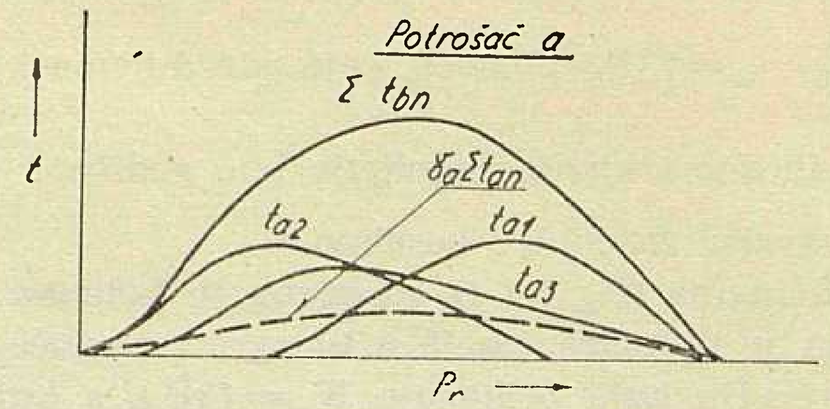
$$\gamma_a = \frac{\Delta c_a s_a - c_g}{\Delta c_c s_c - c_g} \quad (25)$$

i

$$\gamma_b = \frac{\Delta c_b \cdot s_b - c_g}{\Delta c_c \cdot s_c - c_g} \quad (26)$$

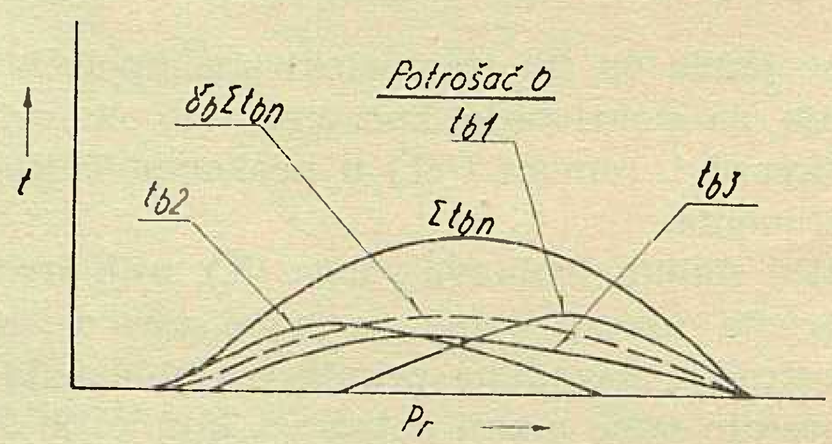
možemo (24) pisati u obliku

$$\frac{r \cdot b_t}{\Delta c_c \cdot s_c - c_g} = \gamma_a \sum_{n=1}^{3} t_{an} + \gamma_b \sum_{n=1}^{3} t_{bn} + \sum_{n=1}^{3} t_{cn} \quad (72)$$

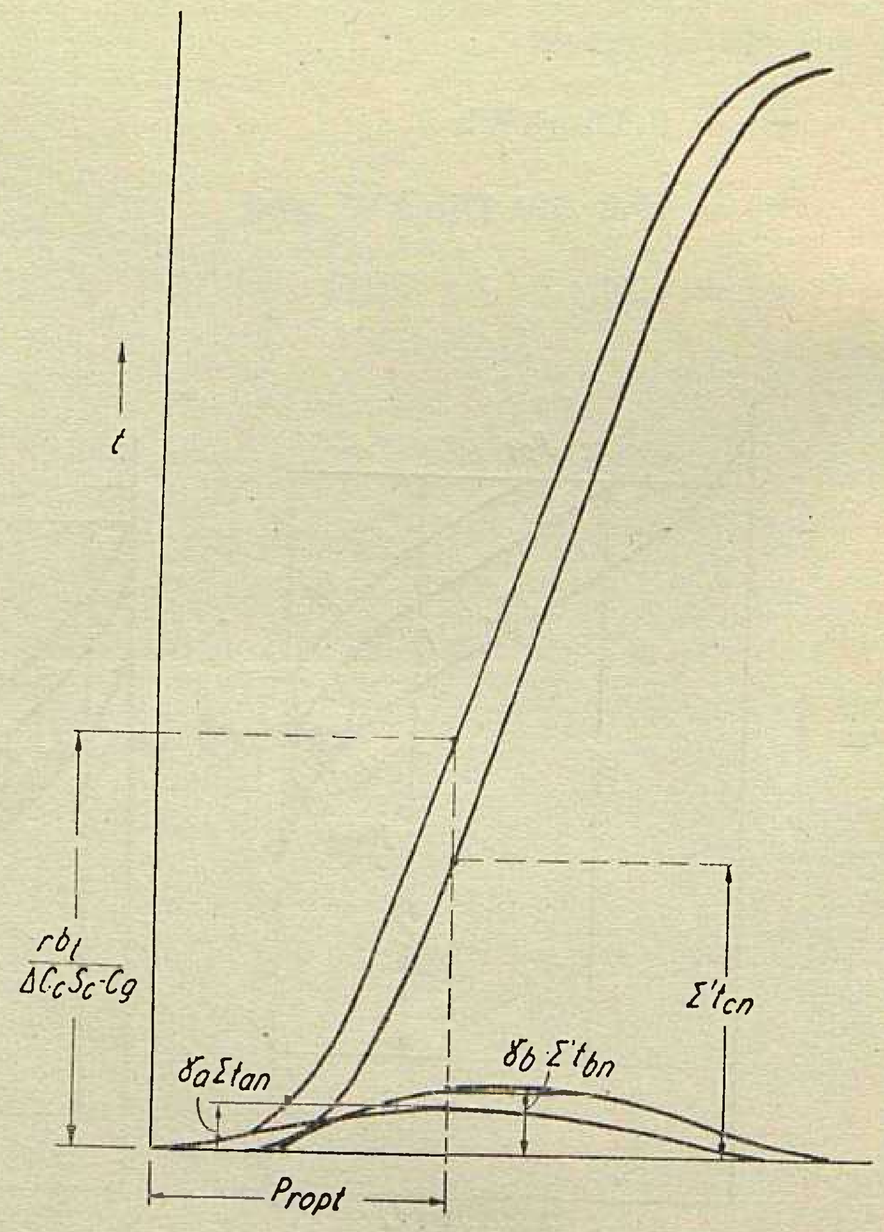


Sl. 4. Primjer određivanja $\gamma_a \Sigma t_{an} = f(P_r)$ prema sl. 3.

Na sl. 4. prikazan je primjer određivanja $\gamma_a \sum_{n=1}^{3} t_{an} = f(P_r)$, na sl. 5. za $\gamma_b \sum_{n=1}^{3} t_{bn} = f(P_t)$, a na sl. 6. određivanje optimalne snage redukcije prema (27). Prve dvije veličine određene su uz pretpostavku $\gamma_a = 0{,}2$ i $\gamma_b = 0{,}5$, dok je $\sum_{n=1}^{3} t_{cn} = f(P_t)$ ista krivulja kao na sl. 2., ali s pomakom za snagu potrošača (a) i (b) na desno.



Sl. 5. Primjer određivanja $\gamma_b \Sigma t_{bn} = f(P_r)$ prema sl. 3.



Sl. 6. Primjer određivanja P_{ropt} za slučaj raznovrsnih potrošača.

4. Zaključak

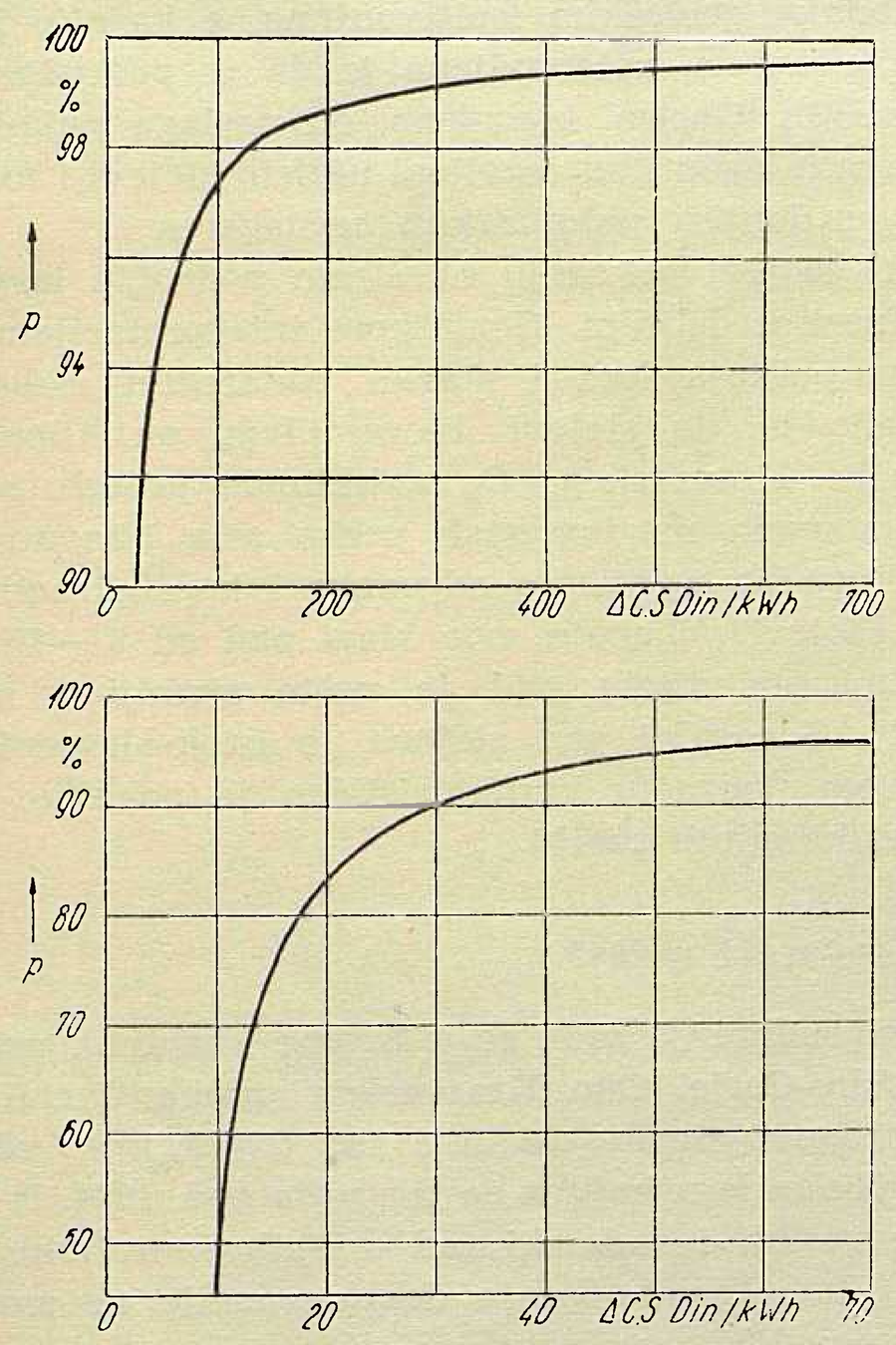
Optimalna reducirana snaga (P_{ropt}) odnosno ukupno trajanje redukcije $\sum_{1}^{n} t_n$ (10) za slučaj istovrsnih potrošača ovisi uglavnom od produkta $\Delta c \cdot s$, odnosno o vrsti potrošača u elektroenergetskom sistemu. Potrebnu sigurnost opskrbe potrošača možemo odrediti iz izraza

$$p = 100 - \frac{\sum_{1}^{n} t_n}{87.6} \qquad (28)$$

odnosno uvaživši izraz (10)

$$p = 100 - \frac{r \cdot b_t}{87{,}6\,(\Delta c \cdot s - c_g)}. \qquad (29)$$

Postavivši $r = 1{,}15$, $b_t = 19{,}2 \cdot 10^3$ Din/kW, god, $c_g = 5$ Din/kWh, dobivamo ovisnost $p = f\,(\Delta c \cdot s)$, što je prikazano na sl. 7.



Sl. 7. Ovisnost p o Δ C. S., za $r = 1{,}15$; $b_t = 19{,}2 \cdot 10^3$ Din/kW. god, Cg = 5 Din/kWh.

Krivulje na sl. 7. mogu se upotrebiti i u slučaju raznovrsnih potrošača, ali samo u slučaju kad je

$$P_{ropt} \leq P_a,$$

gdje je P_a potrebna snaga za prvu grupu potrošača. U slučaju da potrošače možemo podijeliti na više grupa sa znatno različitim produktom $\Delta c \cdot s$, posljednja grupa (i-ta) ima najveći produkt $\Delta c_i s_i$. Potrebna sigurnost opskrbe i-te grupe potrošača je veća, odnosno $\sum_{n=1}^{n} t_{in}$ je manje nego u slučaju kad bi u sistemu postojala samo takova grupa potrošača. To možemo zaključiti iz jednadžbe (27), koju možemo pisati i u slijedećem obliku

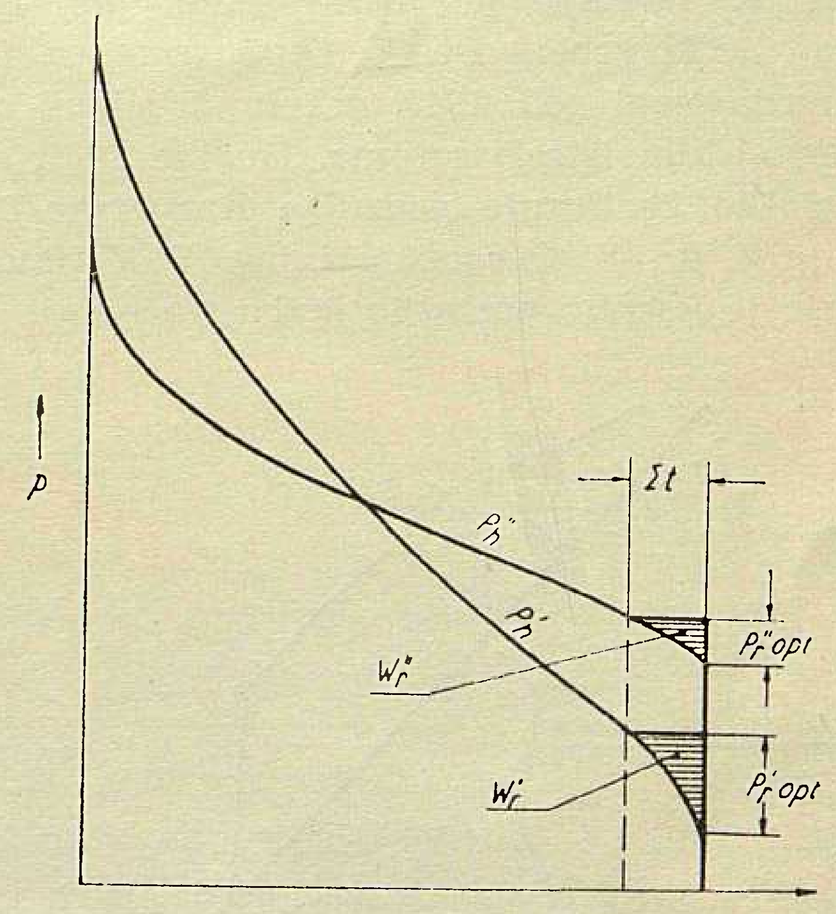
$$\sum_{n=1}^{3} t_{cn} = \frac{r \cdot b_t}{\Delta c_c \cdot s_c - c_g} - \gamma_a \sum_{n=1}^{3} t_{an} - \gamma_b \sum_{n=1}^{3} t_{bn} \qquad (34)$$

To vrijedi kad je

$$P_{ropt} > \sum_{i=a}^{i-1} P_i, \qquad (35)$$

gdje $\sum_{i=a}^{i-1} P_i$ snaga potrebna za opskrbu svih grupa potrošača osim posljednje grupe.

Za određivanje P_{ropt} potrebno je poznavati krivulje trajanja srednjih snaga svih hidroelektrana u promatranom elektroenergetskom sistemu, a P_{ropt} ovisi o veličinama u (10) odnosno u (23) još i o obliku krivulja trajanja. Uspoređujući prilike u sistemima sa znatnom izravnatom proizvodnjom hidroelektrana s onima kad postoje samo male akumulacije dolazimo do zaključka da je u prvom slučaju P_{ropt} znatno manje, što dovodi i do boljeg korištenja industrijskih kapaciteta (sl. 8), jer je i reducirana količina energije u prvom slučaju manja.



Sl. 8. Snaga P_{ropt} za različite krivulje trajanja snage hidroelektrane.

Prilikom proučavanja elektroenergetskih sistema i izrade elektroenergetskih bilanca nije moguće unaprijed odrediti ni snagu redukcije ni reduciranu količinu energije, jer su te veličine funkcija karakteristika hidroelektrana u sistemu. Potrebno je dakle poći od tehnički moguće potrošnje potrošača, te na osnovu karakteristika predviđenih hidroelektrana odrediti optimalni opseg redukcija. Tako određene reducirane količine predstavljaju prosjek reduciranih količina u nizu godina, dok se reducirane količine u sušnim godinama mogu odrediti tek analizom sušnih godina uz angažiranje termoelektrana snage P'_t. Međutim ni u najnepovoljnijem slučaju reducirana snaga ne će prijeći vrijednost P_{ropt}.

NALAZIŠTE LIGNITA NA PODRUČJU VUKOMERIČKIH GORICA

Ing. Boris Mateši ć, Vukomerički ugljenokopi, Zagreb **553.96(497.13)**

Istražni radovi na nalazištu lignita 20 km južno od Zagreba pokazali su do sada vjerojatnost zaliha od 45 milijuna tona, u nekontinuiranim slojevima debljine oko 2 m. Prosječna donja ogrjevna moć iznosi oko 2000 kcal/kg.
Mali sadržaj pepela i veliki sadržaj vlage čine ga upotrebljivim u kućanstvima uz prethodno industrijsko sušenje. U Termoelektrani-toplani Zagreb II mogao bi se upotrebiti u prirodnom stanju.

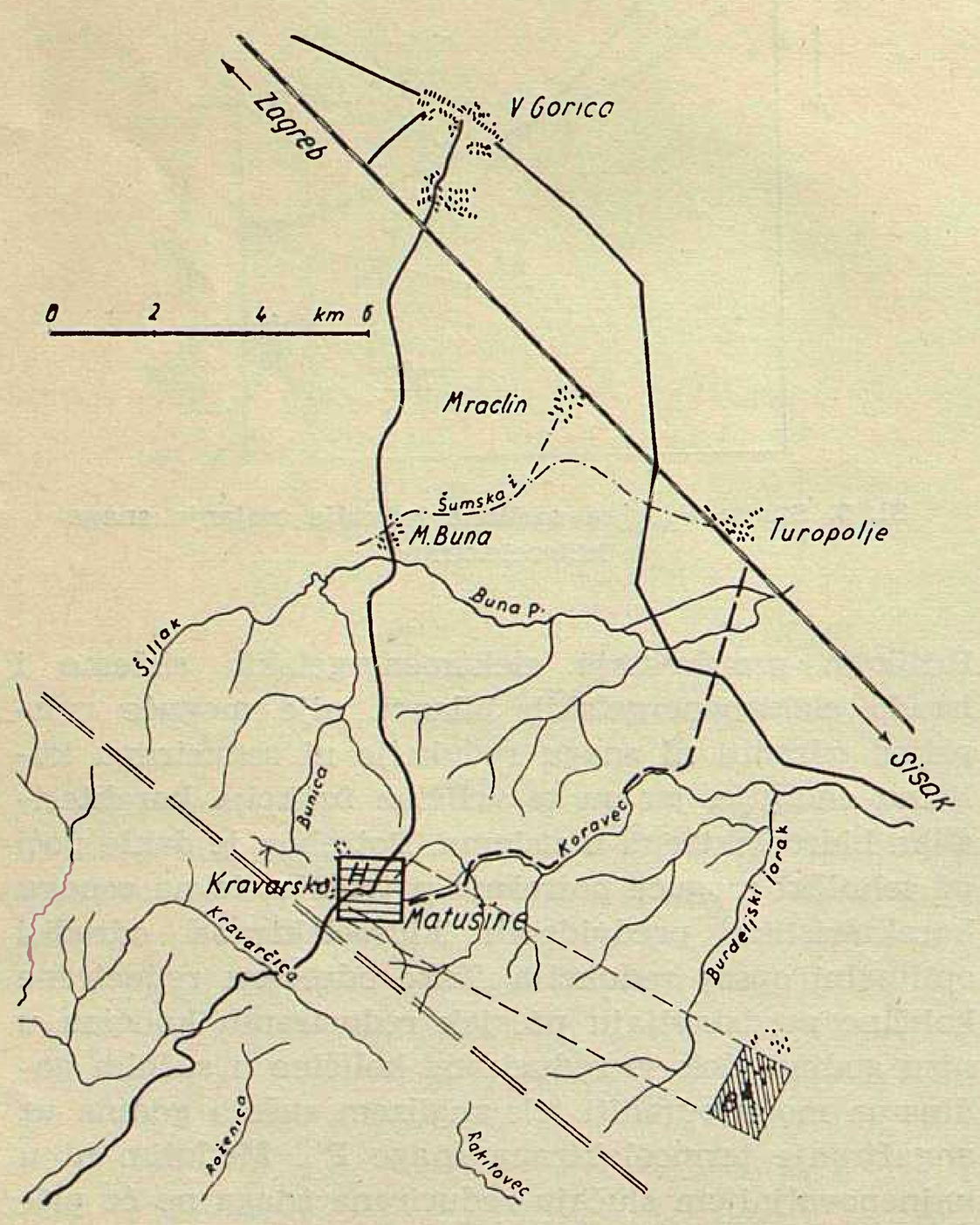
Geografski položaj

Područje Vukomeričkih Gorica sastoji se iz niskih brežuljaka, koji su izgrađeni od naslaga mladog tercijera, a leži na 20 km južno od Zagreba, te se pruža u smjeru sjeverozapad-jugoistok.

Prirodne granice ovoga područja su: na sjeverozapadu Rakov-potok, jugozapadu rijeka Kupa i široka ravnica Pokuplja koja se južno od Letovaničkoga vrha stapa sa ravnicom Turopolja, koja je granica Vukomeričkih Gorica na sjeveroistočnoj strani (sl. 1).

Geološki prikaz terena

Prva geološka istraživanja u ovome području datiraju iz godine 1863., a vršio ih je geolog Ljudevit *Farkaš-Vukotinović.* Kasnije je (1935.) zemni plin i naftu istraživao bečki geolog Dr. L. *Sommermeyer.* Ovi su radovi nastavljeni god. 1942. gravimetrijskim, a 1951. i geomagnetskim istraživanjima. Godine 1951. vršeno je i geološko kartiranje područja Kravarsko-Dubranec po prof. dr. F. *Ožegoviću* i ing. R. *Filjku.* Ovo kartiranje je kasnije poslužilo kod istraživanja ugljena, koje je počelo 1955. bušenjem na potezu Cerje-Gornji Dragonožec (20 km dužine i 2,5 km širine, — sl. 1) te je ovdje izvedeno 105 bušotina. Ova su bušenja završena sredinom 1957. a dokazala su postojanje više ugljenih slojeva.



Sl. 1. Situacija rudnog polja *Vukomerice.*
A: rudno polje Kravarsko, *B:* perspektivno područje Cerje, *C:* cjelokupno područje istraživano bušenjem, . . . buduća trasa rudničke pruge normalnog kolosijeka.

Najbolje je istraženo područje oko sela Kravarskog, gdje je izvršeno bušenje u interpolacionoj mreži od približno 300 m. Povoljni rezultati su mjestimično dobiveni i u području sela Cerja, ali su tamo potrebni još detaljniji istražni radovi.

Prethodnim geološkim ispitivanjima, a kasnije istražnim bušenjem, ustanovljeno je da je područje Vukomeričkih Gorica izgrađeno od naslaga najmlađeg tercijera u kojima su razvijeni ugljeni slojevi i to pretežno u donjim paludinskim naslagama.

Ugljeni slojevi pokazuju na širem području izvjesnu nestalnost u debljini. Geološkom interpretacijom podataka bušenja kao i starim rudarskim radovima utvrđeno je, da slojevi tvore blagu antiklinalu u području Kravarskog. Os antiklinale proteže se od sjeverozapada na jugoistok preko sela Kravarsko i Matušine, što uglavnom odgovara i konfiguraciji terena. Slojevi pokazuju vrlo blagi pad od 3 — 4°, a u jugoistočnom dijelu pad je nešto strmiji i iznosi 8 — 14°. Generalni pad slojeva je istok-sjeveroistok. Na ovom području karakteristično je nekoliko manjih sinklinalnih tvorbi.

Stari rudarski radovi

Tragovi rudarenja vide se u ovome kraju na potezu Kravarsko-Cerje. Oko Kravarskog prema Cerju postoje tragovi starih okana i to: *Glückauf, Ludvig, Olga* i *Sidonija* u kojima se je radilo god. 1874. Iz iste godine postoji i rudarski rad u Petkovom Dolu kod Cerja. Radi pomanjkanja dokumentacije ne zna se opseg ni veličina ovih radova.

U novije vrijeme u neposrednoj blizini Kravarskog poduzeti su rudarski radovi po *Utzcas-u* iz godine 1940. Uz prekid, radi ratnih prilika od 1943. do 1945. ovi radovi trajali su do sredine 1946., kada je svaki rad obustavljen. Ovi su radovi otvoreni sa 2 niskopa po ugljenu (I. sloj) iz kojih su bile otvorene 3 etaže. Niskopi su bili paralelni, dužine 108 m po padu, od kojih je jedan služio za izvoz, a drugi za zračenje. Etažni su hodnici imali dužinu od 30—70 m. Otkopavanje je vršeno od prve etaže prema izdanku, gdje je sav ugljen u granicama izrađenih hodnika prve etaže otkopan, dok se u ostalom dijelu jame ugljen nije otkopavao.

Poteškoće ovoga rudarskog rada bile su uglavnom transportnog karaktera, jer se je ugljen morao transportirati (vitlom) iz doline do ceste, a odavde kamionima ili seljačkim kolima do utovarne stanice u

Velikoj Gorici, po vrlo slaboj cesti u dužini od 18 km. Radi ovih poteškoća rudnik je i bio zatvoren. Dnevna proizvodnja iznosila je oko 20 t, a bilo je uposleno oko 70 radnika. S obzirom na blizinu površine kao i radi toga što krovinski i podinski pijesci nisu vodonosni, pritok vode u jami nije bio velik i iznosio je svega oko 200 l/min.

Istražna bušenja

Cijelo područje Vukomeričkih Gorica, već prema stupnju istraženosti podijeljeno je na 3 dijela:

a) područje oko sela Kravarsko, koje je istraženo sa prosječnim međusobnim razmakom bušotina od približno 300 m. Radi takovog stupnja istraženosti dobiveni rezultati dali su temeljne podatke za izradu investicionog programa.

b) Područje oko sela Cerja istraženo je međusobnim razmakom bušotina od 600—1200 m, a dalo je mjestimično povoljne rezultate. Ovdje su potrebna još detaljnija istraživanja.

c) Područje oko sela Dubranec je istraženo sa međusobnim razmakom bušotina preko 1200 m i ne daje povoljnu bazu za eventualno detaljnije istraživanje.

Područje oko sela Kravarsko, gdje je na površini od oko 5 km² izbušeno 50 bušotina, je najistraženije u bazenu Vukomeričkih Gorica, te je prema tome izabrano za izradu investicionog programa i za prvo otvaranje eventualnog rudnika u bazenu.

Detaljnom geološkom analizom podataka istražnog bušenja ustanovljeno je više slojeva, od kojih 4 imaju eksploatacionu debljinu, t. j. preko 1,5 m mogućnosti čistog ugljenog sloja.

Popratne naslage, krovinu i podinu ovih slojeva, većim dijelom čine pjeskovite gline, dok su čiste masne gline i čisti pijesci ustanovljeni na manjem broju bušotina. U toku bušenja nisu ustanovljene pojave tekućih pijesaka, a također nije bilo ni arteških pojava podzemne vode.

Geomehaničkim ispitivanjem krovine i podine iz istražnog potkopa i niskopa, kao i iz krovinskih i podinskih glina bušotine 107, ustanovljeno je neznatno bubrenje glina (2%). To praktički ne bi činilo većih smetnji kod izrade i uzdržavanja jamskih prostorija.

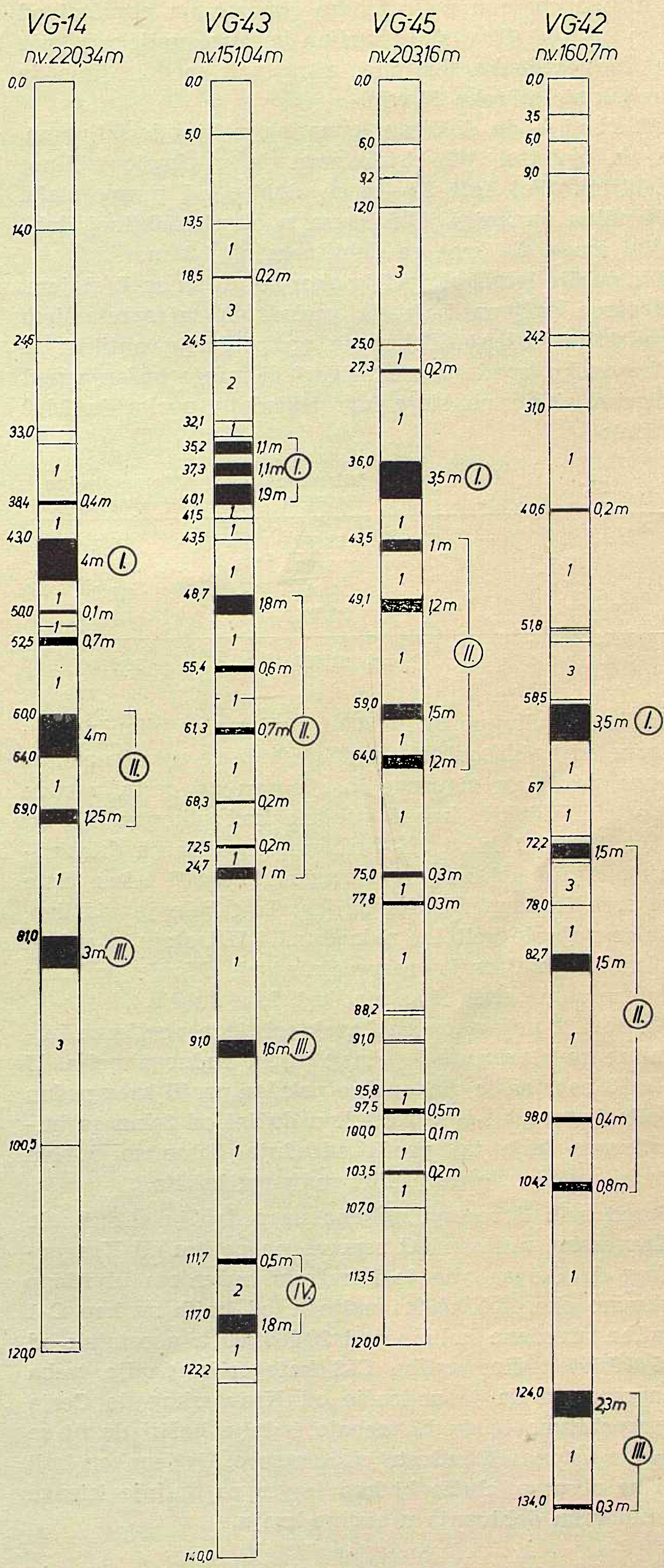
a) Količine ugljena

U području sela Kravarsko izbušeno je oko 50 bušotina i izvršene su dvije rudarske istrage i to: jedan potkop u blizini starih rudarskih radova (Utzcas-a) po I. sloju, a potom je izrađeno koso okno iz I. sloja kojim se je presjeklo II. sloj. U blizini bušotine *VG—72* izrađen je niskop iz površine, te je njime presječen I. ugljeni sloj. Ovi su radovi dali približno iste podatke kao i bušotine.

Eksploatabilni slojevi poredani od krovnog prema podinskom imaju slijedeće karakteristike:

I. sloj — debljine je u prosjeku 3 m, uglavnom bez glinovitih umetaka. Ipak na pojedinim perifernim bušotinama kao i rudarskim istražnim radovima pokazuje cijepanje u dva odnosno tri dijela, koji su međusobno rastavljeni glinenim umetcima. Zahvatna površina ovoga sloja iznosi oko 4,5 km², te imade od svih slojeva najveću površinu za eksploataciju kao i najveći kontinuitet.

II. sloj — rastavljen je u dva dijela, gornje i donje ploče, koje su međusobno razmaknute 6—18 m. Za oba ova sloja, koji su označeni sa II/1 kao gornja i sa II/2 kao donja ploča, uzete su debljine od 1,5 m kao donja granična debljina za eksploataciju.



Sl. 2. Profili karakterističnih perifernih bušotina sjevernog i južnog dijela rudnog polja.

1: sivo-zelena pjeskovita glina, *2:* šljunak, *3:* pijesak, *I:* prvi sloj ugljena, *II:* drugi sloj, *III:* treći sloj, *IV:* četvrti sloj ugljena.

Prosječna moćnost II/1 sloja iznosi 2,0 m, a zahvaća površinu od oko 2 km², te je većim dijelom razvijen u sjeveroistočnom krilu antiklinale, a samo manjim dijelom u jugozapadnom krilu antiklinale Kravarsko. Prosječna debljina II/2 sloja je 1,9 m, a zahvaća površinu od oko 1 km².

III. sloj — je razvijen na cijelom području antiklinale Kravarsko, ali je u prosječnoj debljini od 1,8 m razvijen samo u nepravilnim krpama na površini od oko 0,5 km². Ovaj sloj razvijen je skoro uvijek u dvije ploče nejednake debljine, a razmak među njima je uvijek stalan (oko 20 cm).

IV. sloj — je dokazan samo na nekim bušotinama, a na bušotini VG-42 dokazan je u eksploatabilnoj debljini. Sloj leži 30—40 m dublje od prvog sloja. Površina na kojoj je dokazan u eksploatabilnoj debljini iznosi 0,3 km², sa debljinom od 2,3 m.

Svi dublje ležeći slojevi konkordantni su sa I. slojem. Rezerve ugljena koje su geološkom interpretacijom podataka bušenja dokazane na području antiklinale Kravarsko, spadaju prema gustoći mreže bušenja u B rezerve, koje po slojevima izgledaju ovako (u 1000 tona):

Sloj	Bilančne rezerve	Komercijalne rezerve
I	13,398	9,824
II/1	4,479	3,177
II/2	2,044	1,718
III i IV	1,564	1,296
Ukupno	21,487	16,015

Zalihe od ukupno 21,487.200 t ugljena su bilančne rezerve od kojih, odbivši količine koje će ostati neotkopane u obliku sigurnosnih stupova za ceste, zgrade i ostale objekte, kao i gubitak kod otkopavanja od 10%, te gubitak od 3% prilikom separiranja (klasiranja), ostaje količina od okruglo 16,000.000 t kao čiste rezerve ili komercijalni ugljen. Iz tabele je vidljivo, da se najveće količine nalaze u I i II/1 sloju, a ovi su i najravnomjernije rasprostranjeni. Manje količine nalaze se u ostala tri sloja, koji leže dublje.

Na slici 2 prikazane su karakteristične periferne bušotine sa sjevernog i južnog dijela rudnoga polja. U slici 3 nacrtan je diagonalno položen profil kroz rudno polje jugozapad-sjeveroistok u dužini od 3 km sa bušotinama koje taj profil određuje. Time se dobiva grubi uvid u slojne prilike ugljenog ležišta.

Pored ovih B rezervi ugljena na području antiklinale Kravarsko, postoje i C rezerve na potezu od Kravarskog do Cerja, gdje je istražnim bušenjem utvrđeno ukupno oko 45,000.000 t ugljena, od kojih su kao C-1 zalihe utvrđene količine od 20,000.000 t, a ostatak od 25,000.000 t čine zalihe C-2 kategorije. Ovdje treba napomenuti da je područje od Kravarskog do Cerja perspektivno te da bi trebalo i dalje bušiti da bi se mogle ustanoviti industrijske rezerve. Ugljenokop koji bi se otvarao, služio bi kao jezgra za daljnje istrage i rudarska dobivanja u ovome kraju.

b) Kvalitet ugljena

Kemijske analize ugljena izvršene su na uzorcima ugljena iz većeg broja bušotina. Također je izvršeno i nekoliko analiza na uzorcima ugljena iz rudarskih istražnih radova. Analize uzoraka iz bušotina imaju nešto veće kalorične vrijednosti od onih uzetih iz rudarskih istražnih radova.

Prema analizama iz bušotina i iz prvog rudarskog rada prosječna vrijednost donje ogrjevne moći iznosi oko 2.000 kcal, za sva 4 sloja. Kod naknadnih rudarskih istražnih radova analize uzoraka I i II/1 sloja iz mjesta bliže površine, gdje je uzet slojni uzorak od krovine preko sloja i glinenih umetaka do podine, donja ogrjevna moć ugljena iznosi oko 1.850 kcal.

Karakteristika je ovog ugljena nešto veći postotak vlage, nego što je kod ostalih lignita i relativno nizak postotak pepela u rovnom stanju. Kemijska analiza prosječnog uzorka iz rudarskih istražnih radova je slijedeća:

	U dostavnom stanju %	suh na zraku %
Gruba vlaga	47,0	—
Higro vlaga	6,82	12,87
Ukupna vlaga	53,82	12,87
Pepeo	8,35	15,73
Sagorivo	37,83	71,40
Ukupni sumpor	0,91	1,72
Gornje kalorije	2.329 kcal	4.395 kcal
Donje kalorije	1.855 kcal	4.128 kcal

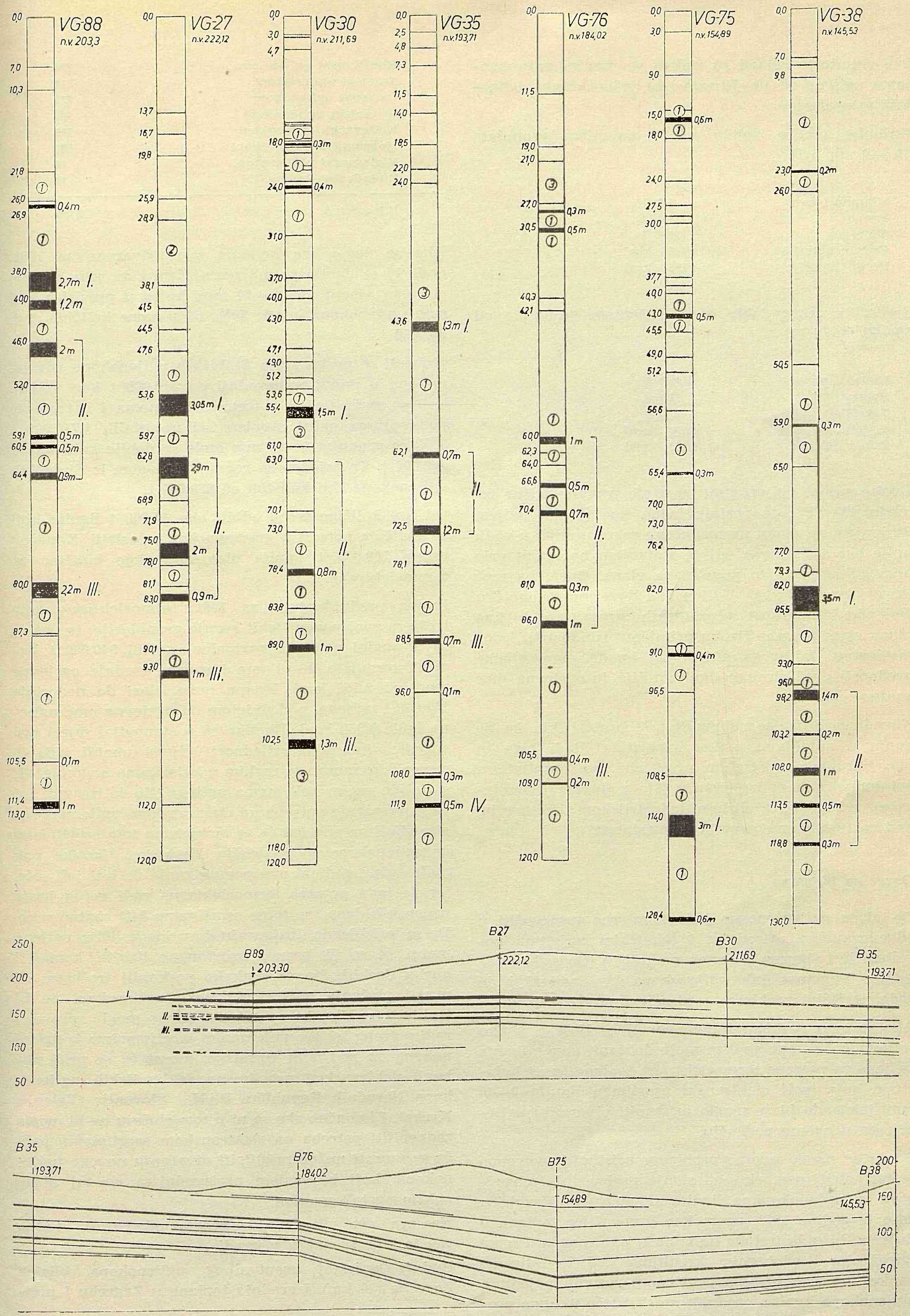
Iz ovih podataka vidljivo je, da kvaliteta ovog ugljena u neoplemenjenom stanju odgovara samo za upotrebu u termoelektranama (uključivo toplane), gdje izgaraju velike količine nisko kaloričnih i dakako jeftinijih ugljena.

U srpnju 1957. iskopano je oko 20 t ugljena za laboratorijska ispitivanja (koja su dala navedene rezultate) kao i za pokusna loženja ovoga ugljena u domaćinstvu. Pokusi sa loženjem u domaćinstvu uspjeli su utoliko, što je ugljen uskladišten u podrumima kroz 3—4 mjeseca izgubio nešto grube vlage, pa mu se je kroz to izvjesno povećala ogrjevna moć. Prednost pred ostalim lignitima mu je mali % pepela. Iz ovoga se ne smije još zaključiti o upotrebi ovoga lignita u širokoj potrošnji, nego treba i dalje stajati na stanovištu da bi se ovaj ugljen mogao upotrebljavati za termoelektrane.

Uz vršenje kemijskih analiza ugljena u laboratoriju, također je vršeno i laboratorijsko ispitivanje sušenja ovoga lignita po metodama *Fleissner*-a i *VIAG*-a. Za ovo ispitivanje uzet je uzorak I. sloja iz potkopa u Kravarskom u količini od 200 kg. Analiza uzorka prije sušenja u autoklavu dala je slijedeće podatke:

	Dostavno stanje, %	Suh na zraku, %
Ukupna vlaga	54,8	13,1
Pepeo	7,5	14,4
Sagorivo	37,7	72,5
Gornje kalorije	2.285 kcal	4.395 kcal
Donje kalorije	1.802 kcal	4.017 kcal

Sušenjem je bilo potrebno odstraniti dio ukupne vlage iz ugljena, koje imade oko 55%. Učinjeno je više pokusa po jednoj i drugoj metodi koje su dale približno



Sl. 3. Dijagonalni profil (na dnu slike) kroz rudno polje (jugo zapad - sjeveroistok) i profil sedam bušotina; *1:* sivo-zelena pjeskovita glina, *2:* šljunak, *3:* pijesak.

iste rezultate. Pokusi su rađeni sa raznim granulacijama ugljena od 10—70 mm i sa jednostavnim tehnološkim procesom.

Najbolje analize dobilo se je sušenjem granulata 30—40 mm i to:

Ukupno vlaga	9,6 %
Pepeo	11,8 %
Sagorivo	78,6 %
Gornje kalorije	4.935 kcal
Donje kalorije	4.665 kcal

Srednji rezultat dobio se je sušenjem granulata od 50—60 mm i to:

Ukupna vlaga	12,7 %
Pepeo	15,7 %
Sagorivo	71,6 %
Gornje kalorije	4.730 kcal
Donje kalorije	4.440 kcal

Ovako sušeni ugljen gubi od svoje prvotne težine između 40—50%, te postaje lagan kao drveni ugljen. Stajanjem na zraku ne raspucava se, a uronjen u vodu upije oko 10% vlage, ali je stajanjem na zraku vrlo brzo gubi, jer je to površinska vlaga. Ogrjevna moć iznosi oko 4.500 kcal. Ugljen ima dovoljnu mehaničku čvrstoću i otpornost od vanjskih utjecaja, te bi kao takav sigurno imao široku primjenu u industriji i domaćinstvu. Iz ovoga slijedi da imade mnogostruke prednosti pred sirovim lignitom čija je ogrjevna moć znatno manja.

Navedene činjenice su rezultat laboratorijskih ispitivanja u autoklavu malog kapaciteta. Radi toga bi bilo bezuvjetno potrebno provjeriti ove rezultate u poluindustrijskom ispitivanju (što poduzeće i namjerava), a također i čistom industrijskom ispitivanju, kad za to nastanu povoljne mogućnosti.

Osvrt na plasman

Da bi se ugljen mogao jednakomjerno proizvoditi u odgovarajućim prirodnim i tehničkim uvjetima potreban je i siguran plasman na tržištu. Do sada je za ugljen Vukomeričkih ugljenokopa kao najteži i do sada nerješivi problem — plasman na tržištu.

Ako se ovaj problem tržišta povoljno riješi, t. j. ako se pomoću iscrpne analize može dokazati pomanjkanje ugljena za potrebe termoelektrane-toplane kao i industriju koja troši elektranski asortiman lignita 0—40 mm, tek onda bi se moglo pristupiti otvaranju ugljenokopa u ovome području.

Da bi se moglo ovome problemu pristupiti, potrebno je razmotriti perspektivno stanje proizvodnih mogućnosti u ugljenokopima lignita sa područja Hrvatske, gdje je godina 1961. uzeta kao osnova, jer toplana u Zagrebu bi tada trebala da stupi u puni pogon. Prema zatraženim i odobrenim kreditima kod Investicione banke kao i prema perspektivnom razvoju pojedinih ugljenokopa lignita, predviđa se slijedeća ukupna proizvodnja lignita u 1961. na području Hrvatske (u 1000 tona):

Konjščinski ugljenokopi	800
Stubički ugljenokopi	310
Ivanečki ugljenokopi	235
Ladanjski ugljenokopi	205
Križevački ugljenokopi	200
Koprivnički ugljenokopi	200
Bjelovarski ukljenokopi	60
Rudnik Špičkovina	30
Ukupno	2.040

Ako se uzme ova količina kao ostvarena za 1961. onda bi se dobilo prema postojećem i do sada produciranom asortimanu 0—40 mm, kojeg u prosjeku kod svih ugljenokopa imade 30%, od ukupne količine, t. j. 612.000 t.

Uzme li se proizvodnja Stubičkih ugljenokopa rovnog ugljena u punoj proizvodnji od 310.000 t kao ugljen, koji se može trošiti u termoelektranama i k tome se doda prema našoj procjeni od preostalih 1,730.000 t 30% za granulat 0—40 mm onda se dobije količina od 519.000 t. To zajedno sa rovnim ugljenom iz Stubičkih ugljenokopa čini količinu od 829.000 t.

Od ove količine treba odbiti oko 40.000 t lignita koji se godišnje potroši u građevinskoj industriji. Konačno ostaje 789.000 t lignita planiranog kao količina za termoelektrane.

Prema predviđanjima za 1961. termoelektrane koje troše za svoj pogon lignit gornje granulacije, trebat će za normalni pogon u normalnoj godini 940.000 t lignita* granulata 0—40 mm i rovnog srednje ogrjevne moći od 2.350 kcal. Prema tome izlazi da nedostaje 151.000 t ugljena, pod uvjetom da ogrjevna moć ugljena bude 2.350 kcal. Ukoliko se u stanovitoj mjeri ova određena kalorična vrijednost ugljena umanji, tada će se svakako morati ta razlika u kalorijama nadomjestiti sa toliko većim količinama ugljena, što će izazvati još veće povećanje potreba na elektranskom ugljenu. Drugim riječima povećat će se manjak na tom asortimanu iz ugljenokopa na području Hrvatske. Ukoliko pak bude sušna godina, ovo pomanjkanje će biti još veće, jer će tada potrebe termoelektrana radi većeg broja pogonskih dana, na tome asortimanu biti znatno veće. Da se to izbjegne i osiguraju dovoljne količine ugljena morat će se ili krupne asortimane lignita, komad i kocku drobiti, što će svakako poskupiti troškove, ili uvesti plaćanje po kaloriji kako ugljenokopi ne bi trpili štetu. Ukoliko se pak ne bi ovo moglo sprovesti radi potreba tržišta na krupnim asortimanima iz ugljenokopa na području Hrvatske, morat će se prići nabavi elektranskog asortimana iz lignitskih ugljenokopa Narodnih Republika B i H i Slovenije (Velenje, Kreka). I konačno ako se ni u tom slučaju ne bi mogla zadovoljiti potreba na elektranskom asortimanu, tada će se morati nužno pristupiti otvaranju novoga ugljenokopa, koji bi svojom proizvodnjom na taj način pokrio nastali manjak.

Na sva ova pitanja bi trebala odgovoriti studija tržišta koja se nalazi u izradi.

Budući smještaj eventualnog ugljenokopa, blizina Zagreba (20 km), izgradnja toplane u Zagrebu i prei-

* Prema najnovijem gledanju na razvoj termoelektrana uključivo toplane prema kojemu će i stara termoelektrana Zagreb raditi dalje kao toplana.

naka stare zagrebačke termoelektrane u toplanu daju velike perspektive ovome rudniku, ukoliko se pokaže potreba (nakon studije tržišta) za njegovim otvaranjem.

Iznesenim opisom rudnoga ležišta te količina i kvaliteta ugljena u području Vukomeričkih Gorica dobiva se osnovna slika o prirodnim uslovima rada u tome području. Razmatranje tehničkih mogućnosti rada na tom terenu bit će opisano u jednom od narednih brojeva ovoga časopisa.

Korištena literatura

A. Takšić: *Vukomeričke Gorice.*

S. Lauš, dipl. rad.: *Sušenje lignita Vukomeričkih Gorica pod pritiskom.*

Analize ugljena izrađene su u Kemijskom laboratoriju Elektrane Zagreb I i u laboratoriju Biro-a za rudarstvo Zagreb.

ISPITIVANJA PARNIH KOTLOVA I TURBOAGREGATA U TERMOELEKTRANI JERTOVEC

Ing. Vlado Feuerbach, Institut za elektroprivredu, Zagreb

620.1.05:621.18

U prvoj etapi izgradnje postavljena su u TE Jertovec dva parna kotla »Sulzer« i turboagregat »BBC«. Na kotlovima su izvršena primopredajna ispitivanja u kolovozu 1954. te niz pogonskih ispitivanja na jednom kotlu u srpnju 1955., dok su na turboagregatu provedena pogonska ispitivanja u svibnju 1956. Ovaj prikaz iscrpnije obrađuje provedena pogonska ispitivanja kotla i turboagregata, daje sažeti opis postrojenja, značajnije rezultate i odgovarajuće usporedbe.

U želji da termoelektrana *Jertovec* što bolje ispuni postavljeni zadatak ekonomične proizvodnje električne energije, tehničko rukovodstvo ove elektrane poduzelo je niz mjera, kako bi sigurnost i ekonomičnost postrojenja odgovarala suvremenim uvjetima. Tako je odmah nakon završenog probnog pogona kotlova *Sulzer* zatražena provedba primopredajnih ispitivanja, kako bi se dobili podaci, da li kotlovi odgovaraju postavljenim garancijama isporučioca. Ta ispitivanja su ujedno trebala da pruže sliku o mnogim pogonskim veličinama kotlovskog postrojenja i da pruže podatke njihove ekonomičnosti. Ova su ispitivanja provedena u srpnju i kolovozu godine 1954. i dala su povoljne rezultate u odnosu na garantne veličine, potvrdila kvalitetu izvedbe i montaže kotlovskog postrojenja te udovoljila razrješavanju odnosa isporučioca i investitora postrojenja. Budući da je uslijed izvjesnih mehaničkih nedostataka na roštiljima bilo potrebno da se izvrši odgovarajuća rekonstrukcija, to je nakon uspješno izvršene rekonstrukcije uprava termoelektrane zatražila, da se nakon jednogodišnjeg pogona kotlova izvrši niz pogonskih ispitivanja na jednom kotlu, da bi se dobila prava slika o iskorištenju topline, gubicima kotla i stepenima djelovanja pri različitim opterećenjima i različitim vrstama goriva. Ova su ispitivanja provedena u srpnju 1955.

Ne želeći da pažnju za ekonomičan rad posveti samo kotlovskom postrojenju, uprava elektrane zatražila je da se i na turboagregatu *BBC* izvrše odgovarajuća pogonska ispitivanja pri različitim opterećenjima i različitim režimima oduzimanja pare. Ova su ispitivanja izvršena u svibnju 1956.

Sva ova ispitivanja izvršila je u okviru svojih zadataka, koje dobiva od Pogonskog odjela Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Grupa za mjerenja u pogonima toplinskog odjela Instituta za elektroprivredu u Zagrebu.[1]

[1] Institut za elektroprivredu izdao je o ovim ispitivanjima elaborate u obliku tehničkih izvještaja pri čemu su kao i pri izradi ovih prikaza surađivali, ing. Edo Giunio i ing. Duško Ilić.

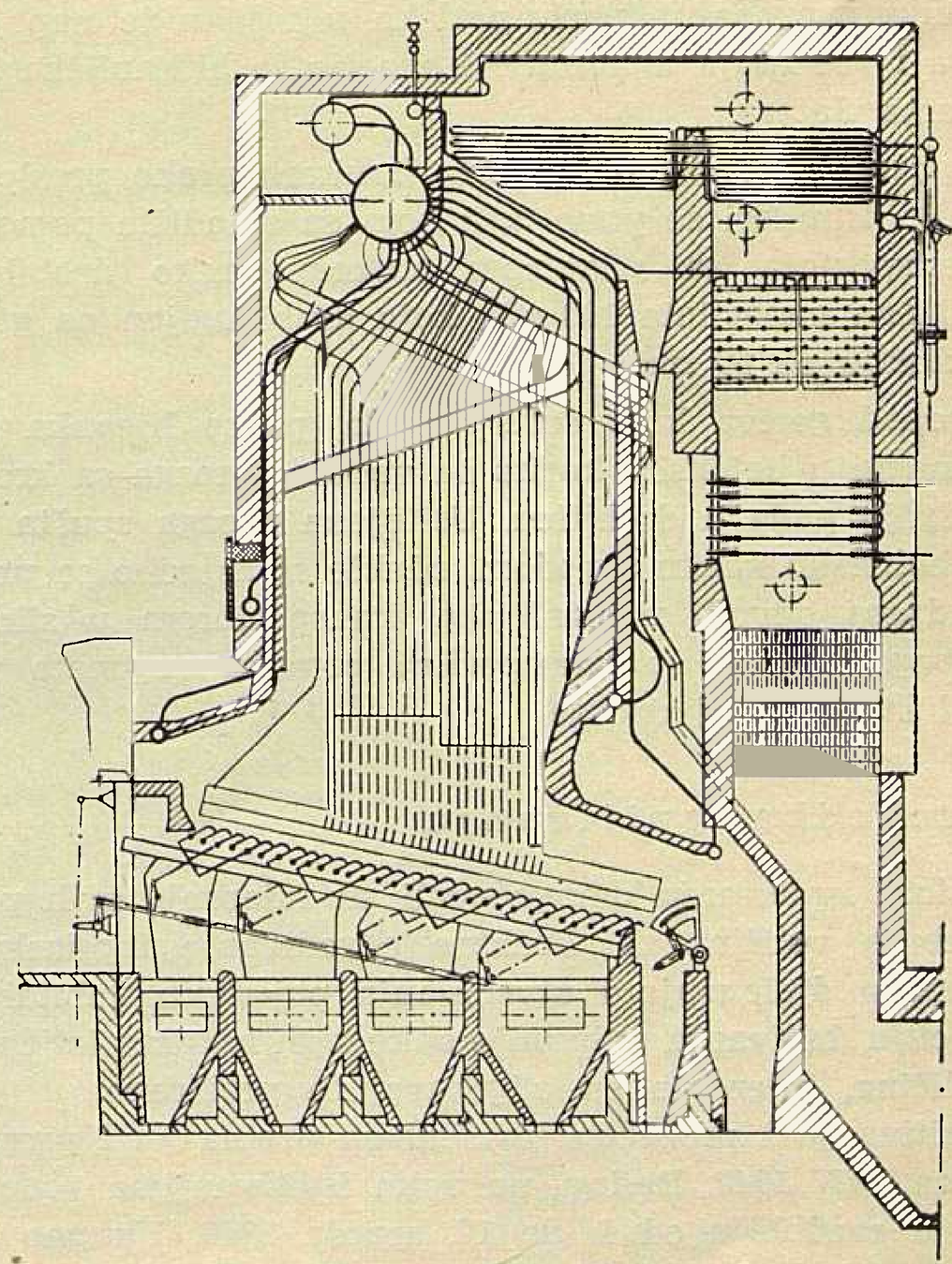
ISPITIVANJE PARNOG KOTLA »SULZER«

Opis kotlovskog postrojenja

Kotao je izveden kao strmocjevni radijacioni kotao sa prirodnom cirkulacijom vode. Njegovi tehnički podaci su slijedeći:

Proizvodnja pare	28/35 t h
Pogonski pritisak	43 atp
Pritisak iza pregrijača pare	40 atp
Temperatura pregrijane pare	450 °C
Temperatura pojne vode	150 °C

Uzdužni presjek kotla prikazan je na slici 1.



Sl. 1. Uzdužni presjek kotla.

Kotao ima poprečni bubanj, poprečni sakupljač pare, ekranizirano ložište sa ukupnom ogrjevnom površinom od 465 m², pregrijač pare od čeličnih cijevi ogrjevne površine 427 m², zagrijač pojne vode sa rebrastim cijevima ogrjevne površine 759 m² i zagrijač pojne vode od čeličnih cijevi ogrjevne površine 369 m², te zagrijač zraka sa rebrastim cijevima ogrjevne površine 880 m². Ukupna ogrjevna površina isparavanja i ostalih elemenata kotla iznosi 2900 m².
Ložište je oblikovano sa ukupnim volumenom prostora izgaranja od 125 m³.

Kotao je opremljen dvostrukim mehaničkim stepenastim (kaskadnim) roštiljem sa posmakom i dovodom primarnog uzduha pod roštilj po zonama. Osnovne dimenzije roštilja su 2 × 2250 × 7300 mm sa ukupnom korisnom površinom od 32,85 m².

S obje strane ložišta ugrađene su sapnice za dodatno loženje mazutom sa potrebnim uređajima za pročišćavanje, grijanje i tlačenje mazuta.

Propuh kotla je umjetan i podržava se pomoću jednog tlačnog ventilatora primarnog uzduha kapaciteta 85.000 Nm³/h i dva usisna ventilatora dimnih plinova kapaciteta po 46.500 Nm³/h. Pogon ovih ventilatora je sa elektromotorom. Za poboljšanje izgaranja i turbulenciju u ložištu služe dva manja pomoćna ventilatora sekundarnog uzduha.

Ispred usisnih ventilatora ugrađen je ciklonski otprašivač dimnih plinova (tipa *Babcock—Wilcox*).

Uređaj za napajanje, koji je zajednički za oba kotla, sastoji se iz dvije visokotlačne centrifugalne pumpe sa elektromotornim pogonom kapaciteta 56 t/h i jedne visokotlačne centrifugalne pumpe sa turbopogonom kapaciteta 112 t/h. Manometrična visina ovih pumpi iznosi $H = 550$ m.

Kotao je snabdjeven uređajem za automatsku regulaciju pregrijanja pare, potlaka u ložištu te napajanja i vodostaja u kotlu. Regulacija je hidraulička sistema *Sulzer*.

Ugljen se dovodi u kotao iz bunkera preko presipne vage. Bunkeri se pune ugljenom sa skladišta pomoću transportera sa gumenom trakom preko drobilice ugljena kapaciteta 100 t/h, koja drobi ugljen na granulaciju od 60 mm.

Propad goriva kroz roštilj pada preko lijevaka po zonama u betonsko korito sa vodom. Drozga sa kraja roštilja pada u drobilicu. Usitnjena drozga spušta se u betonsko korito s vodom, odakle se zajedno sa propadnom odvodi mehaničkim transporterom u silose drozge. Odatle se transportira pomoću vagoneta na obližnji deponij drozge.

Provedba ispitivanja

Uslovi ispitivanja omogućavali su mjerenje svih potrebnih veličina za direktno određivanje toplinskog stepena djelovanja i utvrđivanja pojedinih gubitaka. U cilju dobivanja potpunije slike svih karakterističnih veličina, mjerenja su odgovarajuće proširena.
Ispitivanja i proračun izvršeni su prema *VDI* propisima *DIN 1942*. Radovi na ovim ispitivanjima vođeni su u razdoblju od 6. do 17. srpnja 1955. Ukupno je bilo sedam ispitivanja kod raznih opterećenja. Uz normalnu produkciju pare od 28 t/h i maksimalnu trajnu od 35 t/h ispitivalo se i kod nižih produkcija pare od 7, 14 i 21 t/h. Sva ispitivanja su trajala po 8 sati. Stanje atmosfere tih dana bilo je normalno. Barometarski tlak kretao se od 737 do 742 mm Hg, a temperatura okolišnog uzduha u prosjeku od 19 do 24° C.

Pored očitavanja kontrolnih instrumenata vršeno je i provjeravanje pogonskih instrumenata na kotlu i na mjernoj ploči.

Gorivo i ostaci izgaranja

Na ispitivanjima se ložilo uobičajenim gorivom sa skladišta termoelektrane. Gorivo je mješavina lignita porijeklom iz rudokopa zagorskog bazena (Sušobreg, Poljanica, Gornja i Donja Konjščina, Martinci i Ivanec).
Granulacija goriva bila je 0 — 40 i 0 — 200 mm, a prosječni sastav goriva naveden je u nižoj tabeli:

Gruba vlaga	f	23,6 %
Vezana vlaga	w	16,8 %
Pepeo	a	23,7 %
Sumpor	s	1,1 %
Ugljik	c	22,3 %
Vodik	h	2,2 %
Kisik + dušik	$o + n$	10,3 %
Ukupna vlaga		40,4 %
Nesagorive tvari		64,1 %
Sagorive tvari		35,9 %
Fiksni ugljik		12,0 %
Suho hlapivo		24,0 %
Donja ogrjevna moć H_{df}		1670 — 1870 kcal/kg

Količina goriva utvrđena je presipnom vagom. Uzorci goriva uzimali su se svakih 10 minuta iz lijevka pred vagom.

Ostaci izgaranja drozga, propad i leteći pepeo vagali su se decimalnom vagom uz uzimanje potrebnih uzoraka za analizu. Zbog određivanja kvalitete roštilja, obzirom na proces izgaranja na tri ispitivanja, odvojeno su se mjerile količine propada po zonama, kao i drozga na kraju roštilja.

Sve analize uzoraka goriva, propada, drozge i letećeg pepela izvršio je Kemijski laboratorij Elektrane Zagreb.

Količine pare i pojne vode

Količine pare i pojne vode utvrđene su pomoću diferencijalnih manometara, koji su bili paralelno priključeni uz pogonske mjerne instrumente na ugrađenu mjernu prigušnicu. Tokom ispitivanja odmuljivanje kotla je bilo zatvoreno.

Mjerenje temperature

Pojedine temperature pojne vode, pare i uzduha mjerene su pomoću termometara sa živom, a temperature dimnih plinova pomoću pirometara sa termoelementima Fe—KO i NiCr—Ni na odgovarajućem kompenzatoru. Lokalne temperature u ložištu mjerene su povremeno optičkim pirometrom.

Mjerenje pritisaka i propuha

Mjerenje pritiska pare izvršeno je pomoću preciznih manometara kl. 0,6. Potlaci dimnih plinova i pretlaci uzduha mjereni su *U* cijevima u milimetrima vodenog stupca.

Analize dimnih plinova

Analize dimnih plinova uz određivanje udjela CO_2, O_2 i CO izvršene su Orsatovim aparatom. Uzorci su uzimani iz dimnog kanala kotla iza zagrijača zraka.

Intervali očitavanja

Instrumenti za mjerenje temperatura, pritisaka i propuha očitavani su svakih 10 minuta. Analize dimnih plinova vršene su svakih 15 minuta. Diferencijalni manometri, pomoću kojih su određene protočne količine, očitavani su svake minute.

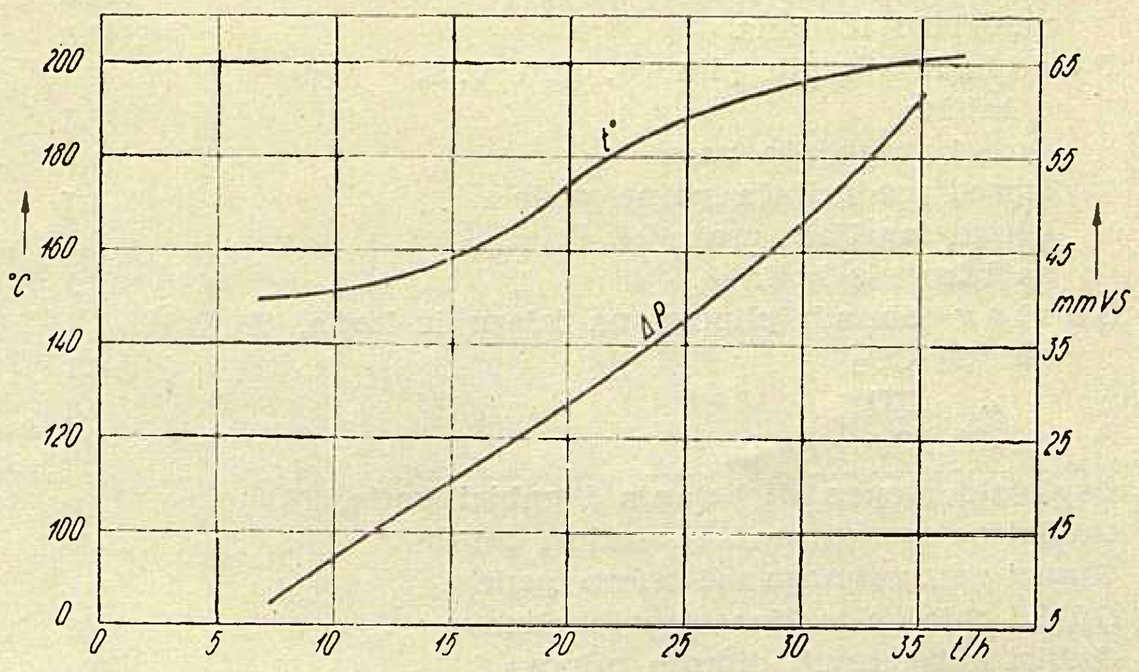
Mjerenja vlastitog potroška električne energije

Za određivanje vlastitog potroška električne energije kotlovskog postrojenja očitavano je zasebno električno brojilo pojne pumpe, dok su na ostala dva brojila očitavani potrošci elektromotora tlačnog ventilatora, usisnih ventilatora, ventilatora sekundarnog uzduha, motora vage, motora pomičnih cijevi za privod ugljena i motora pumpe za pogon servo-motora roštilja.

Rezultati ispitivanja

Najznačajniji rezultati ispitivanja prikazani su zbog preglednosti tabelarno.

Ispitivanja su pokazala, da kotao zadovoljava po kapacitetu proizvodnje pare. Odgovarajući pritisak u bubnju kotla održavan je kod svih tereta, a temperatura pregrijane pare bila je kod viših opterećenja normalna, dok je kod niskog opterećenja bila znatno manja. Gubitak pritiska u pregrijaču pare iznosio je 1,9 do 3,6 at. Temperature u ložištu kotla kretale su se od 950 do 1200 °C. Temperature dimnih plinova na izlazu iz kotla, kao i razlika potlaka između ložišta i dimnog kanala, kod pojedinih opterećenja, prikazane su u dijagramu sl. 2.



Sl. 2. Dijagram temperature dimnih plinova na izlazu iz kotla i razlike podtlaka između ložišta i dimnog kanala kod pojedinih opterećenja.

Tok temperature i propuh dimnih plinova duž ogrjevnih površina kotla za jedno ispitivanje kod nominalnog opterećenja prikazan je u dijagramu na slici 3. i šemi na slici 4.

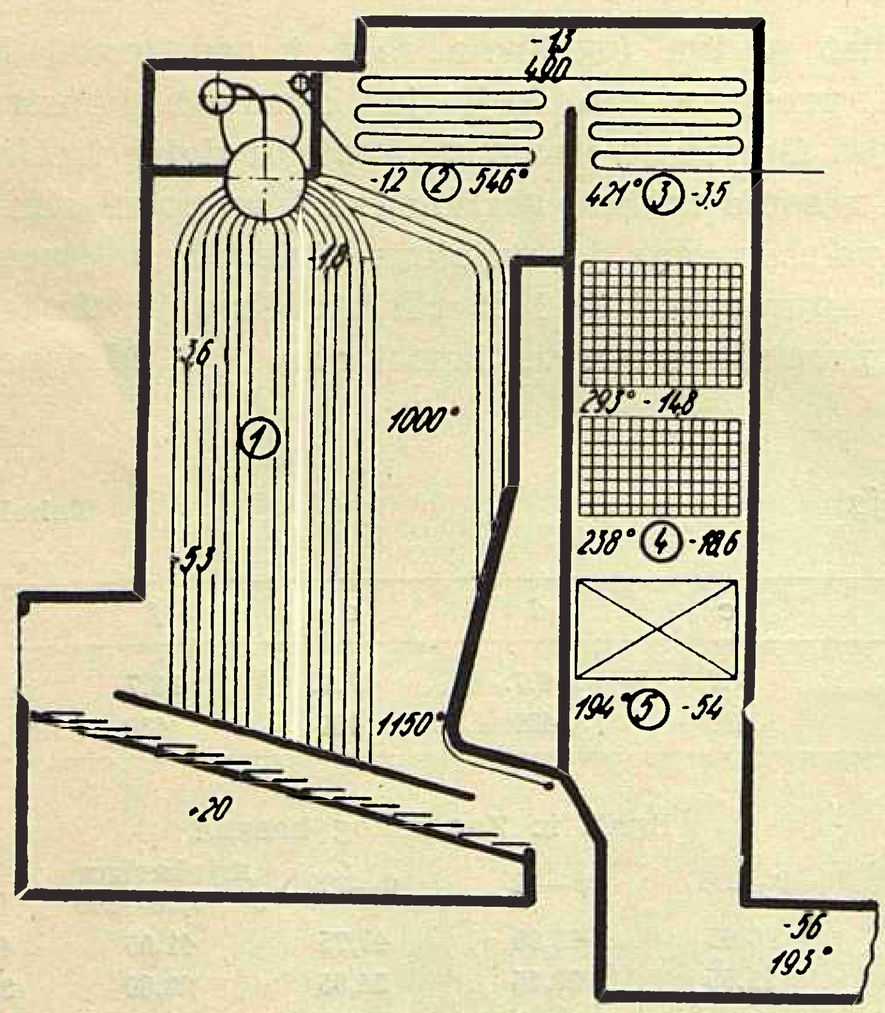
Kvalitet goriva (ogrjevna moć i asortiman) bio je ispod prosjeka, za koji je izvedena konstrukcija roštilja. Gorivo je imalo u prosjeku dvije trećine balasta, a samo trećinu gorivih tvari, sa povoljnim udjelom volatila, što je uvjetovalo dobru paljivost. Pri ispitivanjima kod 28 i 35 t/h utvrđeno je, da težinski udio propada u gorivu iznosi oko 6%. Udio propada

Rezultati ispitivanja — Tabela I.

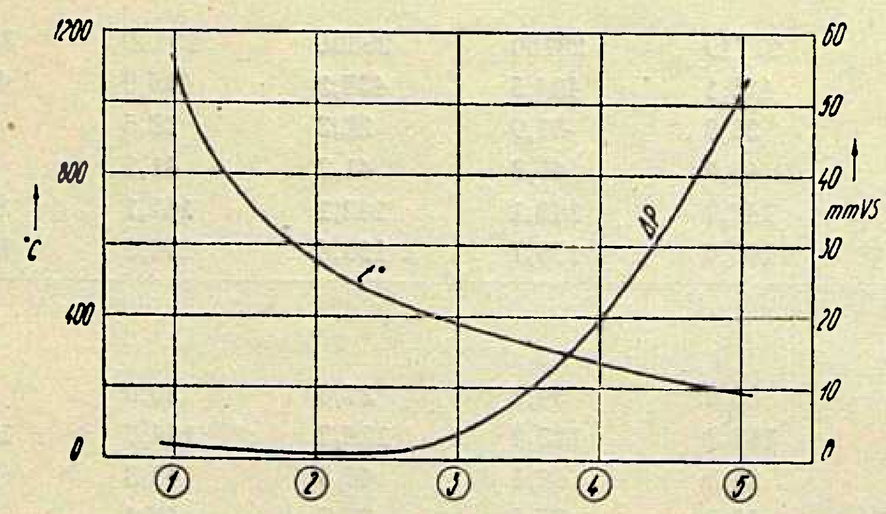
Ispitivanje	a	b	c	d	e	f	g
Datum	10.7.	17.7.	7.7.	6.7.	12.7.	13.7.	11.7.
Trajanje ispitivanja, min	480	480	480	480	480	480	480
Gorivo							
Porijeklo	lignit iz Zagorskog basena						
Granulacija, mm	0—200	0—200	0—200	0—40	0—200	mješavina 0—40, 0—200	0—200
Ukupna vlaga, %	38,65	38,65	40,65	42,00	40,75	41,05	41,65
Pepeo, %	23,90	26,75	21,55	22,85	24,05	22,80	23,70
Donja ogrjevna moć, kcal/kg	1870	1620	1835	1670	1800	1820	1715
Potrošak goriva, kg/h	3550	8050	9656	13906	12875	13091	17200
Para i pojna voda							
Količina proizvedene pare, kg/h	7860	15460	21740	28150	28300	29100	34600
Temperatura pregrijane pare, °C	357,5	418,5	418,1	434,5	438,3	436,9	456,0
Pritisak pregrijane pare, atp	38,2	38,8	38,3	37,9	38,3	38,5	37,8
Pritisak u bubnju kotla, atp	40,1	40,4	40,9	40,8	41,3	41,1	41,4
Temperatura pojne vode na ulazu u kotao, °C	141,5	142,8	142,0	142,1	142,1	142,1	142,1
Temperatura pojne vode na izlazu iz I. predgrijača, °C	185,6	189,8	188,6	190,7	190,6	194,2	193,3
Uzduh							
Temperatura uzduha pred otvorom usisnog kanala ventilatora, °C	34,4	38,5	35,0	34,7	37,6	38,0	34,2
Temperatura uzduha iza zagrijača, C°	96,7	112,2	119,3	123,0	124,3	124,6	127,5
Pretlak uzduha pred zagrijačem, mm V. S.	4,0	18,1	24,3	42,4	46,8	45,3	50,5
Pretlak uzduha iza zagrijača, mm V. S.	0,4	13,4	20,9	35,8	38,7	43,4	38,3
Pretičak uzduha	3,02	2,28	1,60	1,51	1,48	1,42	1,43

Rezultati ispitivanja Tabela II.

Ispitivanje	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*
Datum	10.7.	17.7.	7.7.	6.7.	12.7.	13.7.	11.7.
Trajanje ispitivanja, min	480	480	480	480	480	480	480
Dimni plinovi							
Temperatura dimnih plinova, °C							
ispred pregrijača pare	365,5	456,5	489,5	533,2	545,5	538,2	604,5
ispred predgrijača pojne vode	308,5	365,3	387,8	424,5	421,4	423,7	461,1
ispred zagrijača zraka	185,3	209,9	221,3	234,1	237,5	241,0	250,9
na izlazu iz kotla	149,8	159,4	180,4	196,0	194,3	197,9	201,0
Podtlak dimnih plinova, mm V. S.							
u ložištu	5,5	1,9	8,9	6,5	3,6	4,0	3,6
ispred pregrijača pare	1,8	0,2	3,9	1,5	1,2	2,0	1,8
ispred predgrijača pojne vode	1,7	0,6	4,1	2,9	3,5	3,5	5,1
ispred zagrijača zraka	8,0	5,7	18,2	19,2	18,6	19,2	22,5
na izlazu iz kotla	13,9	22,9	40,5	51,1	54,0	58,3	63,9
Sastav dimnih plinova na izlazu iz kotla, %							
sadržaj CO_2	6,1	8,0	11,8	12,4	12,1	12,8	13,5
„ CO	0,0	0,07	0,10	0,11	0,12	0,10	0,14
„ O_2	14,0	11,8	7,9	7,1	7,4	6,7	6,0
Toplinski stepen djelovanja i gubici kotla, %							
Gubici neizgorenoga u propadu i drozgi	14,0	12,7	10,6	10,7	9,9	12,5	14.5
Gubici neizgorenoga u letećem pepelu	0,0	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,7
Gubici osjetne topline dimnih plinova	11,8	9,8	8,6	9,3	9,2	8,8	8,7
Gubici neizgorenih dimnih plinova	0,0	0,6	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6
Gubici osjetne topline krutih ostataka izgaranja	0,1	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
Gubici provođenja topline i isijavanja kotla	5,6	3,1	2,2	1,8	1,8	1,8	1,7
Ukupni gubici kotla	31,5	26,6	22,4	23,2	22,4	24,4	26,8
Stepen djelovanja prema indirektnoj metodi	68,5	73,4	77,6	76,8	77,6	75,6	73,2
Stepen djelovanja prema direktnoj metodi	71,2	75,1	77,8	77,9	78,8	78,2	76,9
Toleranca mjerenja stepena djelovanja, ± %	4,5	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9
Isparivost, kg pare/kg goriva	2,21	1,92	2,25	2,02	2,20	2,22	2,01



Sl. 3. Tok temperature i propuh dimnih plinova duž ogrjevnih površina kotla.



Sl. 4. Tok temperature i propuh duž elemenata kotla.

i izgorivo u propadu po pojedinim zonama prikazani su u nižoj tabeli:

	Udio propada %	Izgorivo u propadu %
I. zona	47	42
II. zona	21	31
III. zona	12	33
IV. zona	20	12
	100	

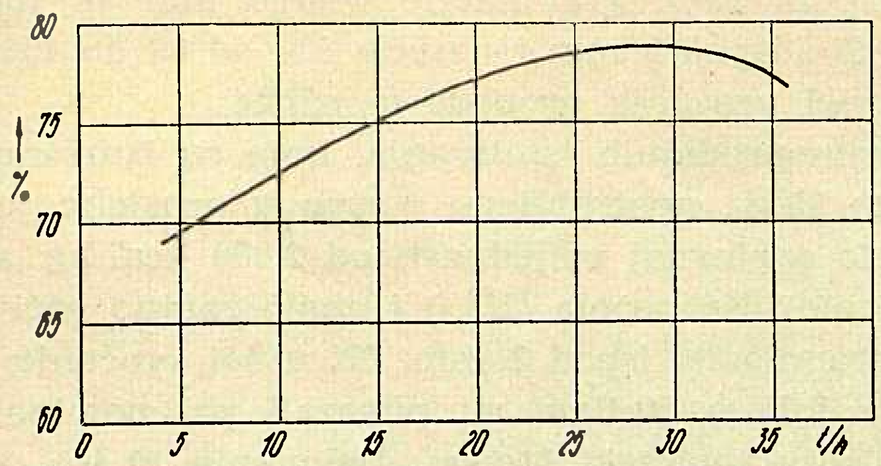
U prosjeku je u suhom propadu sadržano oko 33% izgorivih tvari.

Kod normalnih tereta iznosio je udio izgorivih tvari u suhoj drozgi 6,5 do 11,5%, a u letećem pepelu 3 do 8%. Količine letećeg pepela, oborenoga u filteru, kretale su se maksimalno do 350 kg/h, odnosno do 2% težinskog udjela u gorivu.

Potrošak električne energije iznosio je u prosjeku 5,8 do 6,1 kWh po toni proizvedene pare, pri čemu je uključen potrošak pojne pumpe, koja sama troši oko 42% vlastitog potroška.

Određivanje toplinskog stepena djelovanja kotla vršeno je na dva načina: direktnom metodom preko dobivene energije proizvedene pare i utrošene energije proizvedene pare i utrošene energije gorivom te indirektnom metodom preko gubitaka kotla. Rezultati ovih dvaju postupaka podudaraju se unutar granice tolerancije mjerenja. Ove su vrijednosti dane u tabli II., a toplinski stepen djelovanja prikazan je u dijagramu slike 5.

Temeljni gubici su i kod ovog kotla neizgoreno u drozgi i propadu, osjetna toplina dimnih plinova, kao i isijavanje i provođenje topline. Kod ispitivanja, gdje

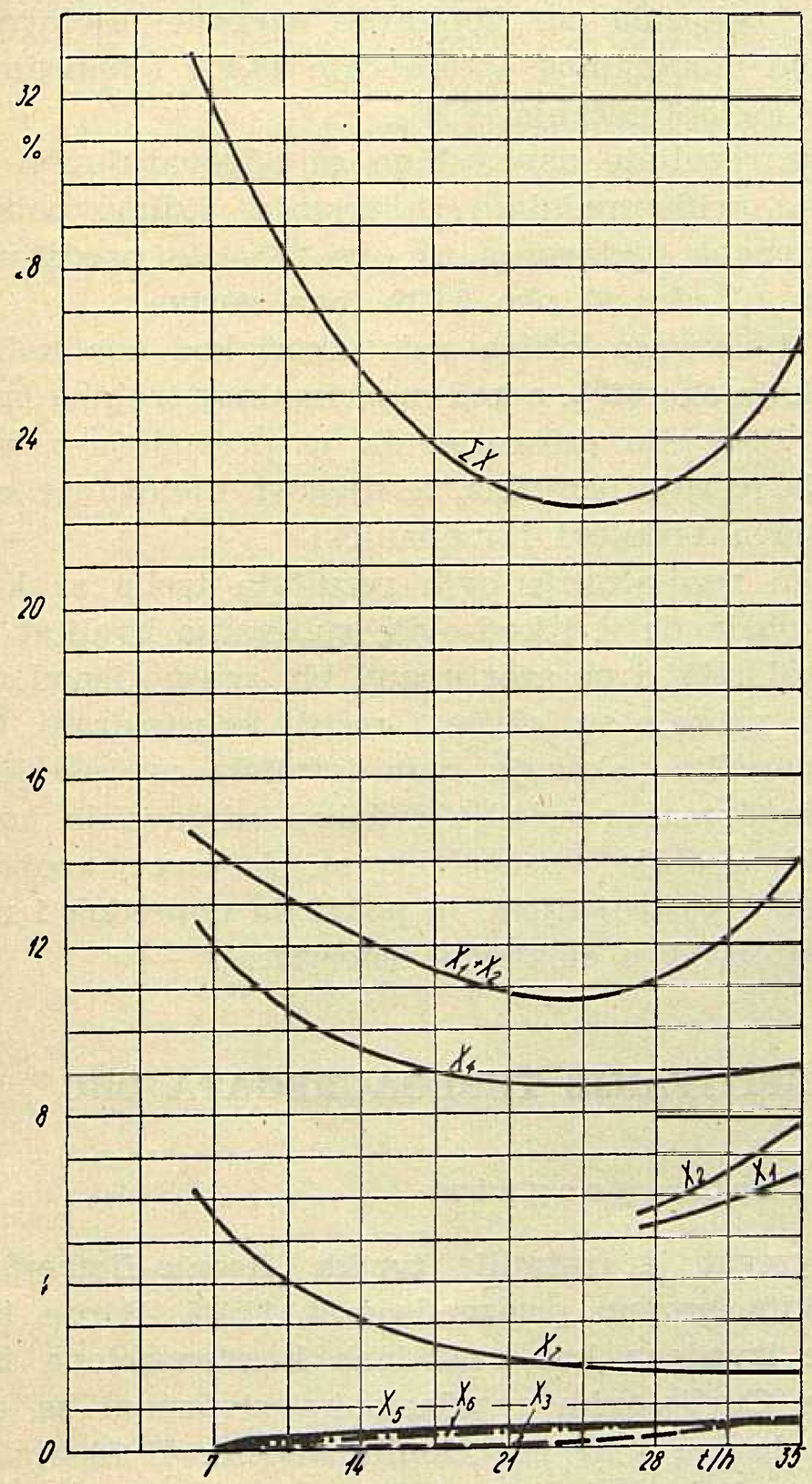


Sl. 5. Toplinski stepen djelovanja kotla.

se odvojeno mjerio propad od drozge, utvrđen je ovakav raspored gubitaka:

Ispitivanje	e	f	g
Gubici neizgorenog u propadu, %	4,9	6,0	6,6
Gubici neizgorenog u drozgi, %	5,0	6,5	7,9

Gubici neizgorenih dimnih plinova kreću se oko 0,5% zbog lokalno slabije raspodjele zraka za izgaranje. Sadržaj monoksida u dimnim plinovima kretao



Sl. 6. Gubici kotla.

ΣX: ukupni gubici kotla, $X_1 + X_2$: gubici neizgorenog u drozgi, propadu i pepelu, X_4: gubici osjetne topline dimnih plinova, X_2: gubici neizgorenog u drozgi, X_1: gubici neizgorenog u propadu, X_7: gubici provođenja topline i isijavanja kotla, X_5: gubici neizgorenog u letećem pepelu, X_6: gubici osjetne topline krutih ostataka izgaranja, X_3: gubici neizgorenih dimnih plinova.

se oko 0,1%, što je provjereno i trokutom izgaranja za odgovarajuće gorivo.

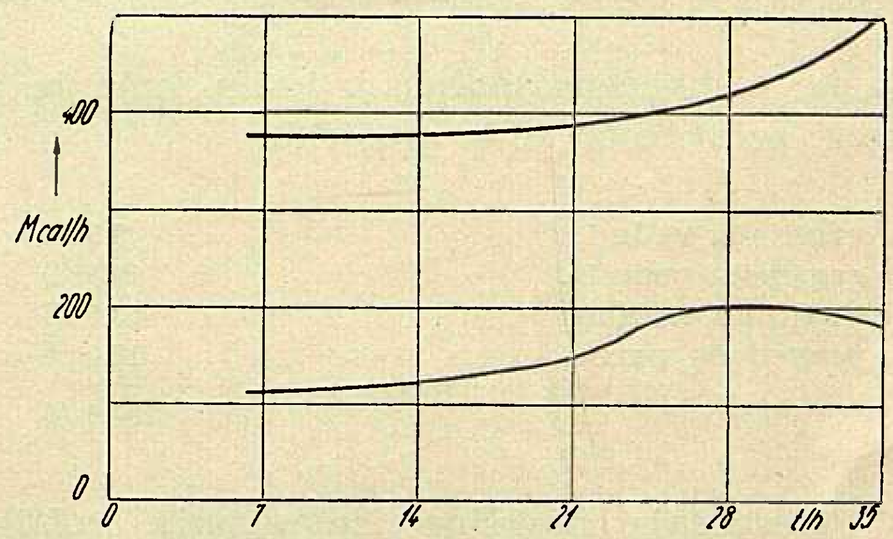
Na dijagramu slike 6 prikazan je približan tok pojedinih i ukupnih gubitaka kotla u ovisnosti o opterećenju, odnosno produkciji pare.

Zanimljivo je još posebno razmotriti gubitke provođenja topline i isijavanja kotla.

Toplina, koju kotao odaje isijavanjem i provođenjem topline, predaje se okolišnjem uzduhu kotlovnice. Ta, na prvi pogled izgubljena, toplina može se koristiti, ako postoji ventilator primarnog uzduha sa kanalom, čiji se usisni otvor nalazi podno stropa kotlovnice, koji usisava topli uzduh iz gornjeg dijela kotlovnice u svrhu dobave uzduha za izgaranje. Na taj način koristi se sam kotao i kotlovnica u izvjesnoj mjeri kao zagrijač zraka.

Ekonomičnost kotlovnice se na taj način povećava, jer se u prosjeku može koristiti 35 do 40% prvotnih gubitaka provođenja topline i isijavanja kotla.

Na primjer kod nominalnog opterećenja kotla od 28 t/h potrebno je oko 43.000 Nm^3/h uzduha za izgaranje, koji se od temperature okoline od 22 °C zagrije u kotlovnici do ulaza u usisni kanal ventilatora podno stropa na temperaturu od 37 °C, dakle za 15 °C. Na taj način koristi se od gubitaka provođenja topline i isijavanja kotla, koja iznosi 420.000 kcal/h još oko 204.000 kcal/h topline koju prihvaća uzduh.

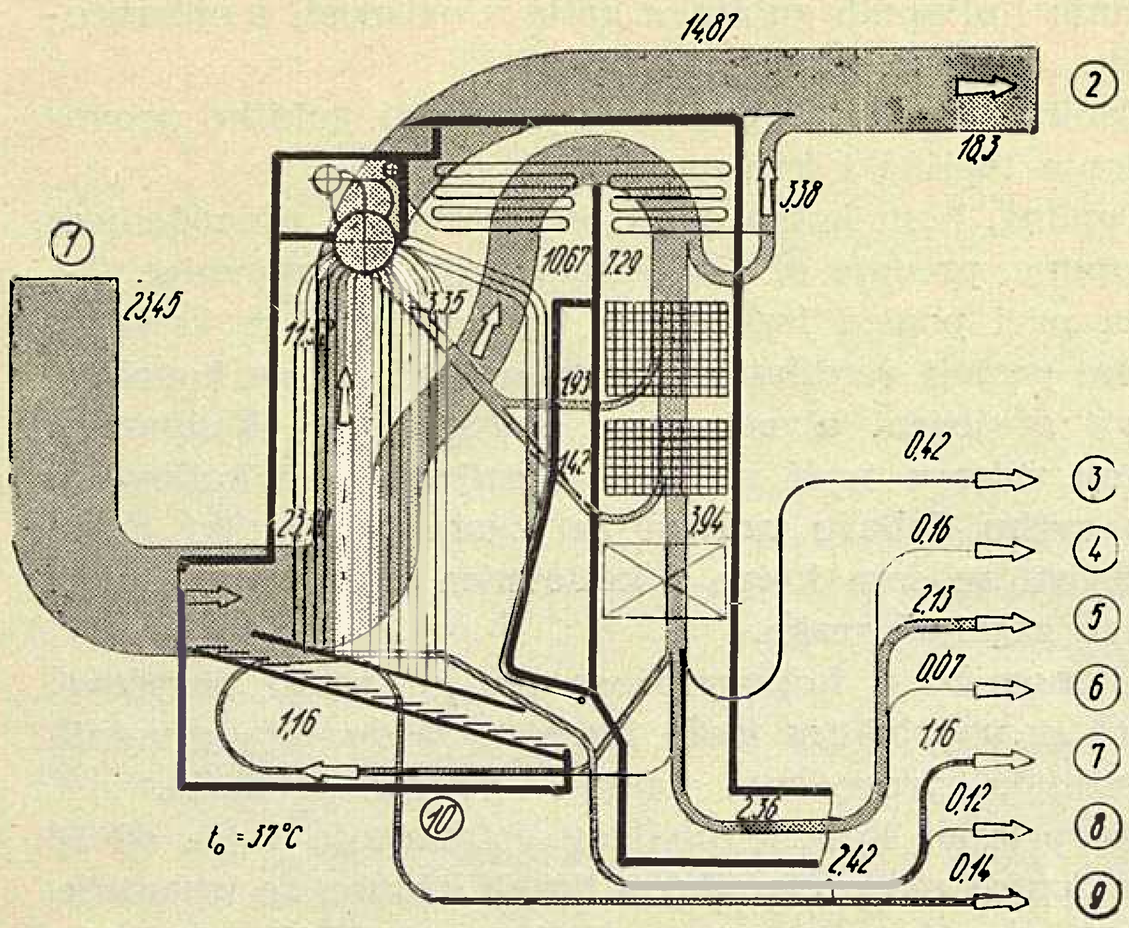


Sl. 7. Gubici isijavanja i provođenja topline kotla i prihvaćena toplina u kotlovnici uzduhom za izgaranje.

Razumljivo je, da je to moguće samo u slučaju, ako se posveti dovoljno pažnje predgrijavanju uzduha u samoj kotlovnici. Svi prozori i otvori u gornjem dijelu kotlovnice treba da budu zatvoreni, a vanjskom uzduhu treba omogućiti da prodire u kotlovnicu u prizemlju ili u podrumu kroz odgovarajuće otvore, vrata ili prozore. Pri tom se pravilnom cirkulacijom uzduha postiže i u kotlovnici podnošljivija temperatura i olakšava rad osoblju. Tok vrijednosti gubitaka isijavanja i provođenja topline kotla u ovisnosti o opterećenju kotla, kao i odgovarajući iznosi topline, koju prihvaća uzduh za izgaranje, prikazani su na osnovu utvrđenih vrijednosti pri mjerenjima na dijagramu slike 7. Pogon termoelektrane Jertovec uspješno koristi ovu mogućnost, da ispravnim dovođenjem uzduha u kotlovnicu poveća stepen djelovanja svojih kotlova.

Ekonomičnost kotlovnice povećava se na taj način za oko 0,9% što izgleda skromna brojka. Pretpostavimo li, da termoelektrana Jertovec troši oko 160.000 t lignita godišnje, ili 272.000 miliona kcal, tad ovako ostvarena ušteda predstavlja još uvijek 2.450 miliona kcal, odnosno 1.440 tona goriva godišnje.

Bilanca topline kotla prikazana je za jedno ispitivanje (*e*) kod nominalnog opterećenja u *Sankey*-ovom dijagramu slika 8.



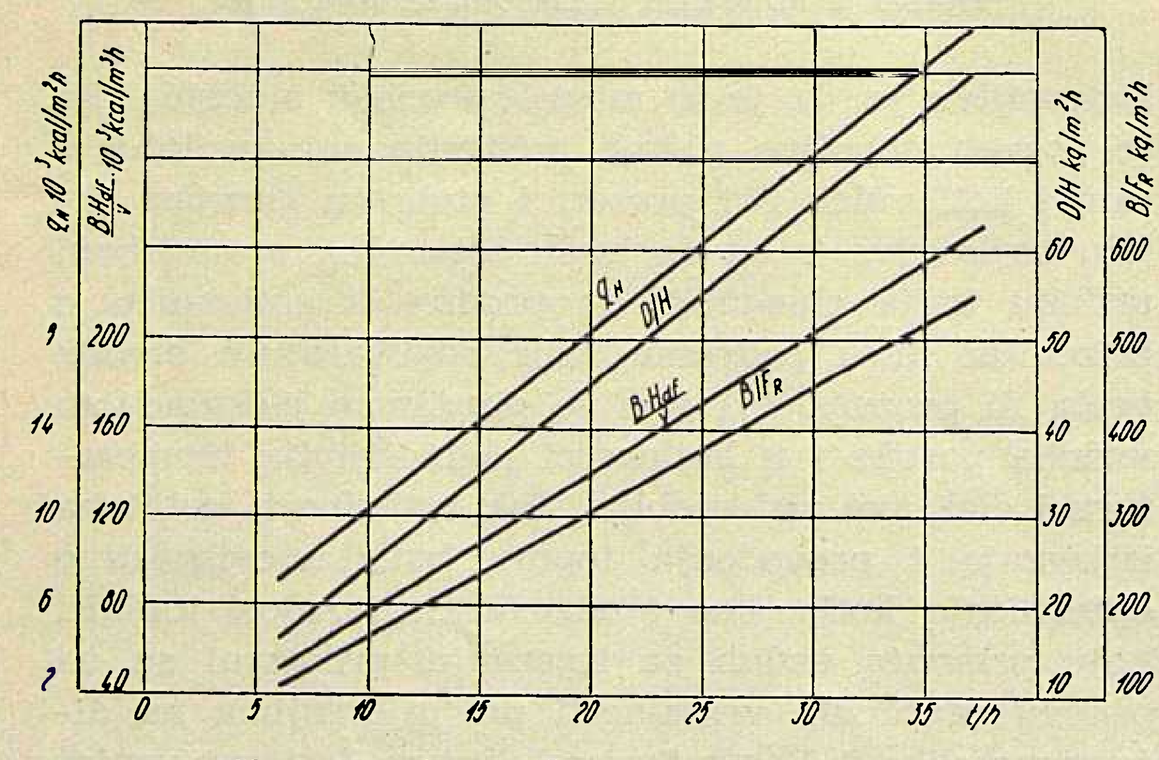
Sl. 8. S a n k e y-ev dijagram.

1: energija dovedena u kotao, *2:* prihvaćena toplina u kotlu, *3:* gubici provođenja topline i isijavanja kotla, *4:* gubici letećeg koksa, čađe i izgorivih dimnih plinova, *5:* gubici osjetne topline dimnih plinova, *6:* gubici na neizgorenom u letećem pepelu filtera, *7:* gubici na neizgorenom u drozgi, *8:* gubici osjetne topline krutih ostataka izgaranja, *9:* gubici na neizgorenom u propadu, *10:* toplina uzduha za izgaranje.
Znamenke uz tok topline predstavljaju iznose u 10^6 kcal/h.

Od ukupno prihvaćene topline u kotlu, koja je predana pari, prihvaćeno je u prosjeku:

u zagrijaču vode I.	8,0 %
u zagrijaču vode II.	10,5 %
u bubnju i ekranu	63,5 %
u pregrijaču pare	18,0 %
	100,0 %

Prikaz opterećenja površine isparavanja, roštilja i prostora izgaranja dan je u dijagramu slika 9.



Sl. 9. Karakteristična opterećenja kotla.

q_H: toplinsko opterećenje ogrjevne površine isparivanja, *D/H:* opterećenje ogrjevne površine isparivanja, BH_{df}/V toplinsko opterećenje prostora izgaranja, *B/FR:* težinsko opterećenje roštilja.

Usporedba sa garantiranim vrijednostima i primopredajnim ispitivanjima

Za novo kotlovsko postrojenje tvrtka *Sulzer* garantirala je toplinski stepen djelovanja 76% kod nominalnog opterećenja i 74% kod maksimalnog trajnog opterećenja, uz gorivo donje ogrjevne moći 2000 kcal/kg, ukupne vlage do 45%, pepela do 18%, hlapivih dijelova 25 do 35%, granulacije 0—100 mm sa maksimalno 3% ispod 3 mm i najviše 5% od 80 do 100 mm i uz uvjet vraćanja propada u ložište.

Kod primopredajnih ispitivanja, koja su izvršena polovinom 1954., upotrebljeno gorivo u prosjeku je odgovaralo ogrjevnoj vrijednosti od 2.000 kcal/kg, ali je sadržavalo više pepela (23%) i imalo znatno veći udio sitne granulacije ispod 3 mm. Uz uvjet vraćanja propada u ložište, kotlovi su pokazali pri nominalnom opterećenju toplinski stepen djelovanja 81,4%, a pri maksimalnom trajnom opterećenju 79,0%. Time su znatno premašene garantirane vrijednosti. Gornji rezultati pokazuju, da si je inozemna tvrtka u garantnim vrijednostima ostavila prilične rezerve.

Takvi podaci nisu međutim realni za pogonsku ekonomiju kotlovskog postrojenja, jer se u stvarnosti propad ne vraća u ložište. Bez vraćanja propada prosječni toplinski stepeni djelovanja iznosili su pri nominalnom opterećenju 76,9%, a pri maksimalnom 74,1%.

Ispitivanja, koja su provedena nakon jednogodišnjeg pogona kotla i nakon izvršenog remonta na roštilju, koji je bio potreban uslijed nedostataka mehaničke prirode, pokazala su toplinske stepene djelovanja kotla kod nominalnog opterećenja 78,4% i maksimalnog trajnog opterećenja 76,9%.

Ako ove rezultate usporedimo sa odgovarajućim rezultatima primopredajnih ispitivanja, vidimo poboljšanje stepena djelovanja za oko 2%, što predstavlja godišnju uštedu od oko 3.200 tona goriva.

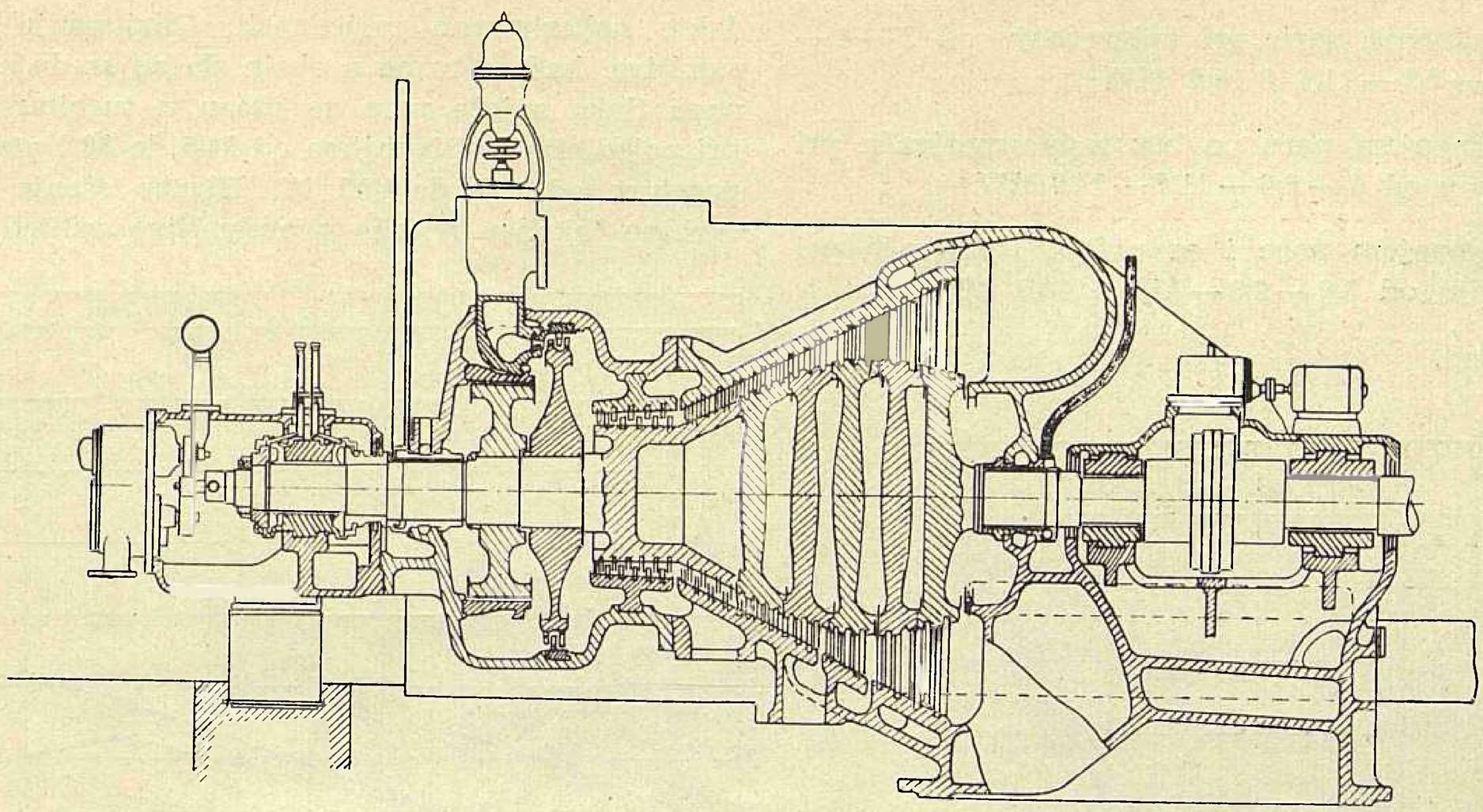
Stepen djelovanja ložišta sada iznosi kod nominalnog opterećenja oko 88%, a kod maksimalnog trajnog opterećenja 84%, što pokazuje, da je provedena rekonstrukcija roštilja uspješna, te njegovo djelovanje sada zadovoljava termički i mehanički.

Prigodom razmatranja ovih rezultata treba svakako uzeti u obzir, da je i kod ovih ispitivanja kvalitet goriva i kalorički i po asortimanu bio znatno ispod vrijednosti, za koje su ložište i roštilj konstruirani. Sve ove usporedbe pokazuju nam termički uspjelu konstrukciju domaćeg roštilja i dobro održavanje kotla. Pogonsko osoblje termoelektrane Jertovec uspješno je ovladalo postrojenjem, te pokazalo napredak i razvoj u proizvodnji električne energije.

ISPITIVANJE TURBOAGREGATA BBC

Opis turboagregata

Turboagregat je izgradila tvrtka *Bronw-Boweri* sa tvorničkim brojem proizvodnje B 11765. Parna turbina je izvedena kao reakciona kondenzaciona turbina sa Curtis-ovim regulacionim stepenom sa dva stupnja brzine i 27 reakcionih stepeni. U aksijalnoj izvedbi, u jednom kućištu turbina posjeduje tri neregulirana oduzimanja pare za regenerativno predgrijavanje kondenzata i isparavanje omekšane pojne vode čistila. Priključci za oduzimanje pare nalaze se iza osmog, dvadesetog i dvadesetitrećeg reakcionog stepena.



Sl. 10. Uzdužni presjek kroz turbinu.

Optimalna snaga turbine iznosi $N = 11.500$ kW, a maksimalna trajna $N_{max} = 14.800$ kW. Turbina je izvedena za $n = 3.000$ okr/min, i normalno stanje pare na ulazu u turbinu od $p_1 = 35$ atp, $t = 435^0$ C (maksimalno $p_{1\,max} = 40$ atp, $t_{1\,max} = 450^0$ C).

Uzdužni presjek kroz turbinu prikazan je na slici 10. Kondenzator sa površinskom kondenzacijom, izveden je od mjedenih cijevi 24/22,4 mm Ø, sa ukupnom vanjskom rashladnom površinom od 1450 m² za količinu rashladne vode od 3500 m³/h, sa normalnom ulaznom temperaturom od 27 ⁰C.

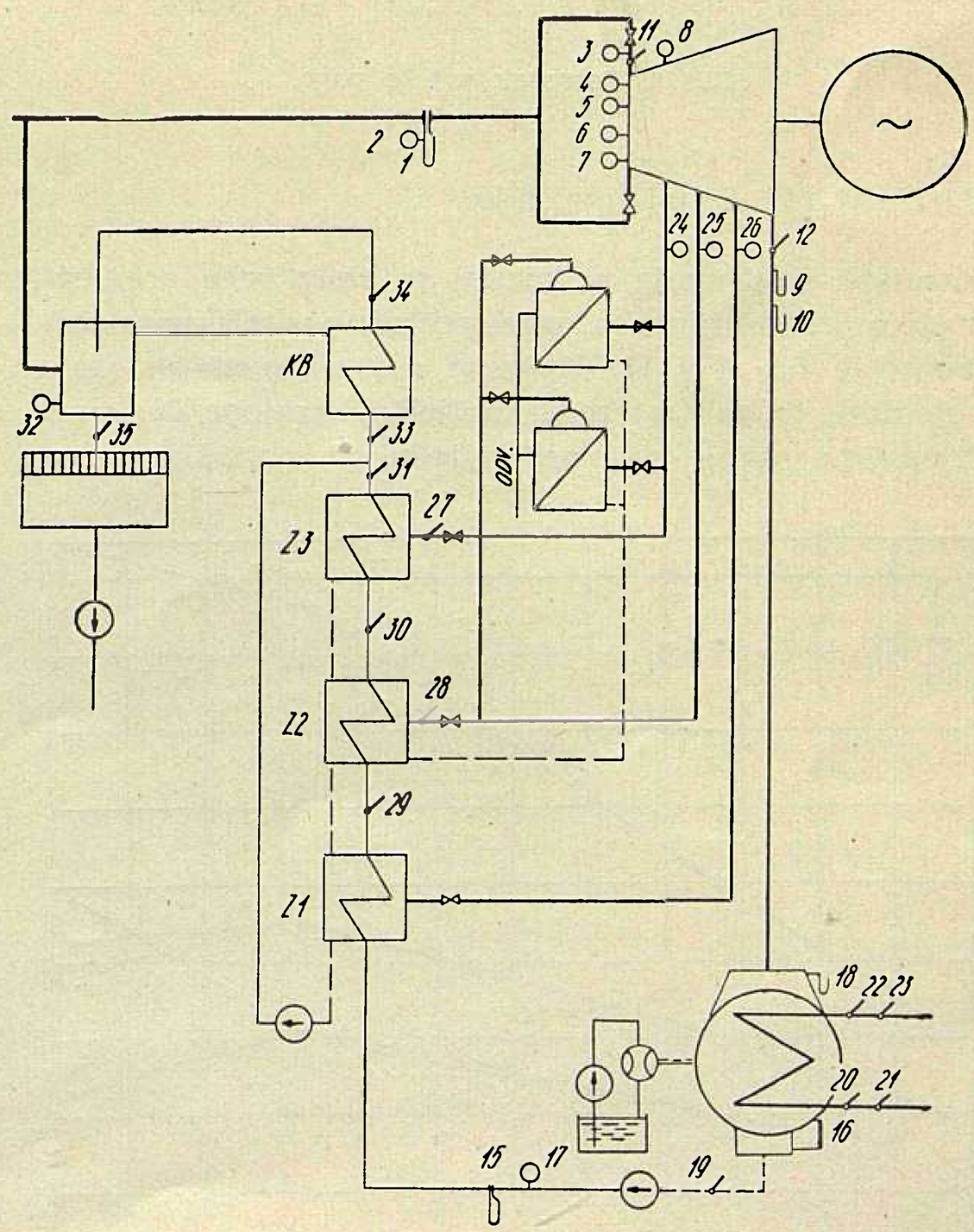
Odsisavanje uzduha iz kondenzatora vrši se pomoću vodnog ejektora.

Trofazni sinhroni generator tipa WT 552 f, izveden je sa prividnom snagom od 22.800 kVA i djelatnom snagom 14.800 kW, sa 3.000 okr/min, i faktor snage $\cos \varphi = 0{,}65$.

Opseg i provedba ispitivanja

Mjerenja su provedena prema šemi mjernih mjesta, prikazanoj na slici 11. Protočne količine svježe pare i kondenzata mjerene su pomoću ugrađenih oštrih mjernih prigušnica na cjevovodima i priključenih diferencijalnih manometara. Količine oduzete pare nisu se mogle mjeriti na zadovoljavajući način zbog neugrađenih mjernih prigušnica (što iz pogonsko tehničkih razloga nije bilo moguće izvesti), već su određene na osnovu količinske i toplinske bilance. Pritisci pare mjereni su kontrolnim baždarenim manometrima klase 0,6 gdje je to bilo moguće, a gdje nije (zbog pomanjkanja instrumenata) pogonskim manometrima. Vakuum je mjeren pomoću kontrolnih U-cijevi, punjenih živom. Temperature pare i kondenzata mjerene su preciznim baždarenim termometrima sa živinom niti. Električne veličine: snaga generatora, napon, jakost struje i frekvenca, mjereni su specijalnim mjernim kovčegom kl. 0,5 u saradnji mjerne ekipe Pogonskog odjela Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske. Ostale veličine mjerene su pogonskim instrumentima, a stanje atmosfere s odgovarajućim kontrolnim instrumentima.

Uslijed izvanrednih okolnosti, pod kojima je postavljen ovaj turboagregat u TE Jertovec nakon demontaže u TE Vlaška, nisu postojale odgovarajuće garancije, kao ni podaci za specifični potrošak pare. Da bi tehničko rukovodstvo TE Jertovec dobilo što više potrebnih informacija o pogonu ovog turboagregata pod raznim okolnostima, provedena su u razdoblju od 10 do 14. 5. 1956. prema zahtjevu Pogonskog odjela Elektroprivredne zajednice Hrvatske i Uprave pogona TE Jertovec, ispitivanja sa slijedećim režimima rada:



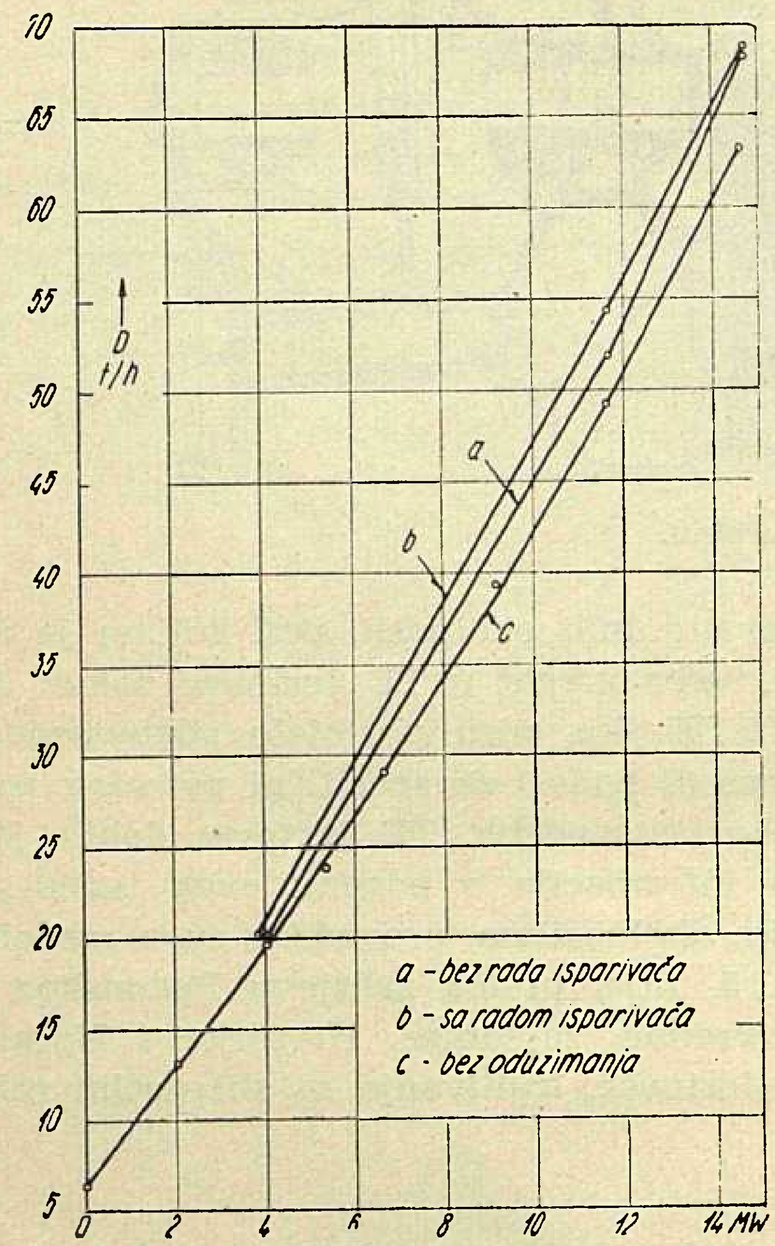
Sl. 11. Šema mjernih mjesta.

a) bez oduzimanja pare, pri opterećenju od 2 — 4 — 5,3 — 6,7 — 9,2 — 11,6 i 14,6 MW

b) sa oduzimanjem pare no bez rada isparivača pri opterećenju od 4 — 6,6 — 11,7 — 14,7 MW

c) sa oduzimanjem pare i sa radom isparivača pri opterećenju od 3,8 — 6,6 — 11,7 i 14,7 MW

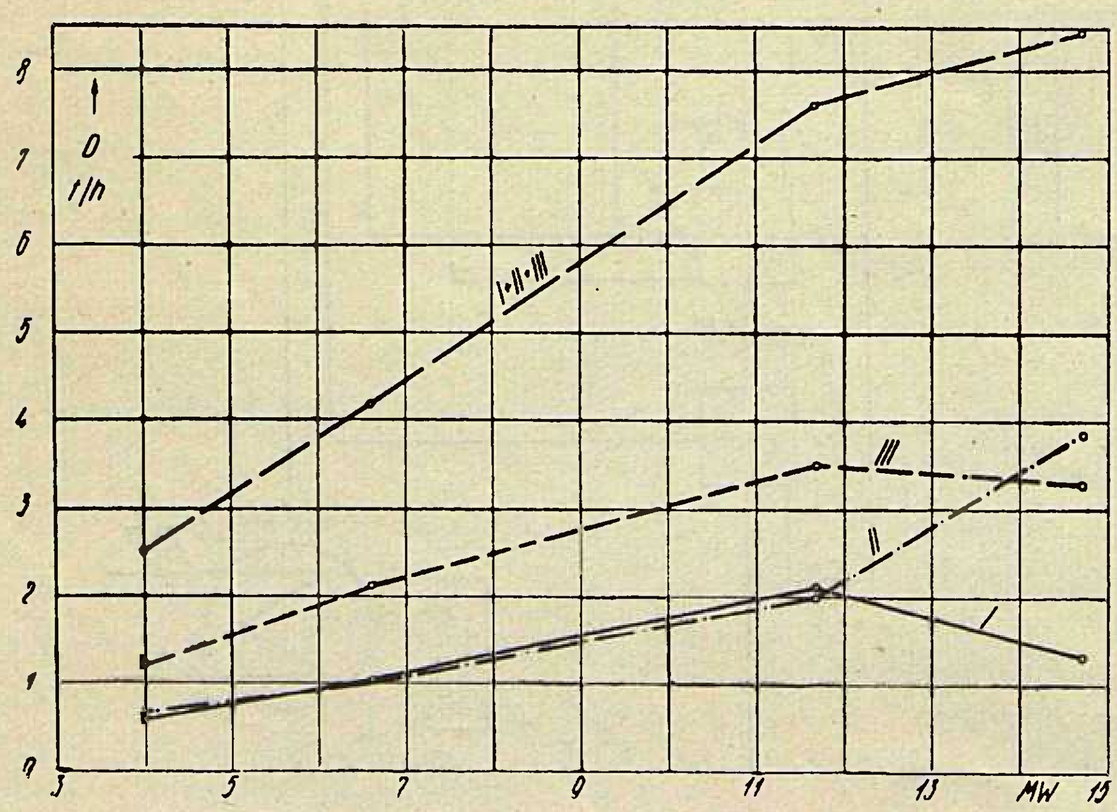
d) prazni hod.



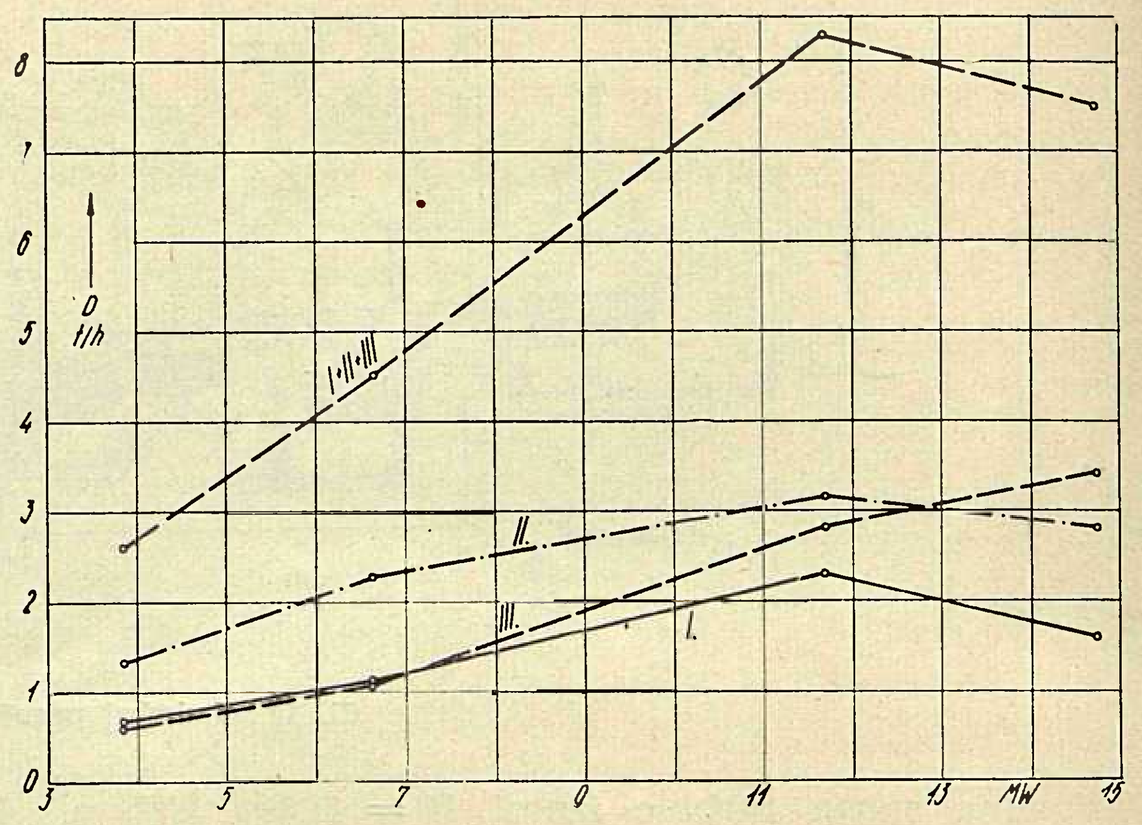
Sl. 12. Potrošak svježe pare.

Rezultati ispitivanja

Rezultati ispitivanja prikazani su zbog veće preglednosti u dijagramima. Ukupni potrošak svježe pare prikazan je na slici 12. Izvjesne nepravilnosti položaja pojedinih točaka mjerenja potječu s razloga što su u dijagramu dane stvarne vrijednosti potroška pare, dakle nekorigirane vrijednosti. Odstupanja su razumljiva, kad se uzme u obzir, da su srednje vrijednosti tlaka svježe pare na ulazu u turbinu varirale pri pojedinim ispitivanjima od 34,5 do 38,0 ata a temperature od 407 do 450 °C. Izlazno stanje pare iz turbine također je bilo promjenljivo uslijed različitih količina i temperature rashladne vode (varijacije od 21 do 28 °C) i promjenljivog barometarskog tlaka (741 do 751 torr), što je uvjetovalo nepravilni promjenljivi protutlak kondenzatora od 0,04 do 0,10 ata. Na dijagramima slika 13 i 14 prikazane su količine pare pojedinih oduzimanja, pri režimu rada sa i bez isparivača, u ovisnosti o opterećenju turboagregata, a na dijagramu slike 15 vrijednosti uspostavljenih pritisaka oduzimanja pare, također u ovisnosti o opterećenju turboagregata.

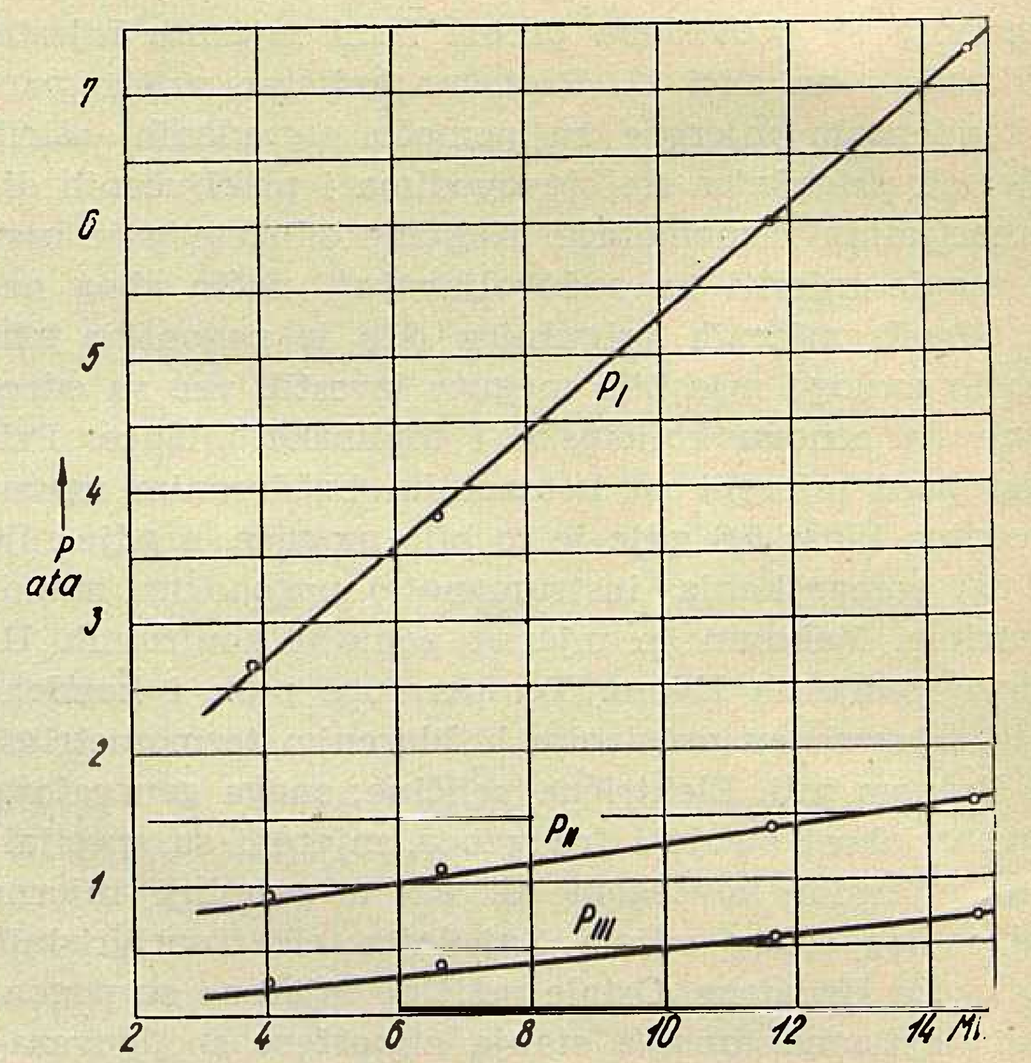


Sl. 13. Količina oduzete pare za rad bez isparivača.

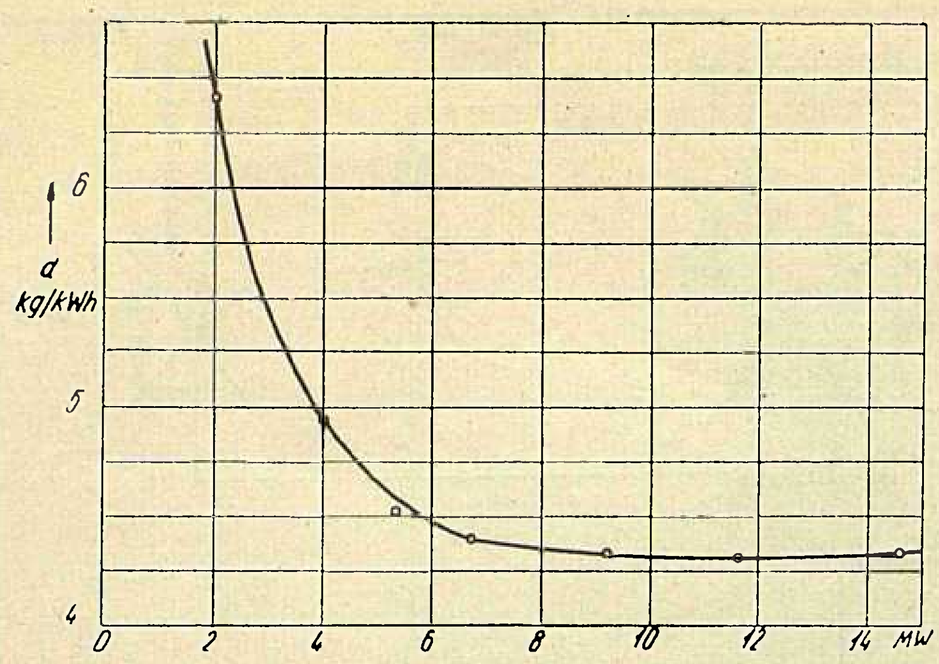


Sl. 14. Količina oduzete pare za rad s isparivačem.

Analiza rezultata ispitivanja pokazala je, da je koeficijent prelaza topline u kondenzatoru imao preniske vrijednosti sa prosjekom od 1.500 kcal/m²h°C, što je ukazalo na nataložene nečistoće duž površina

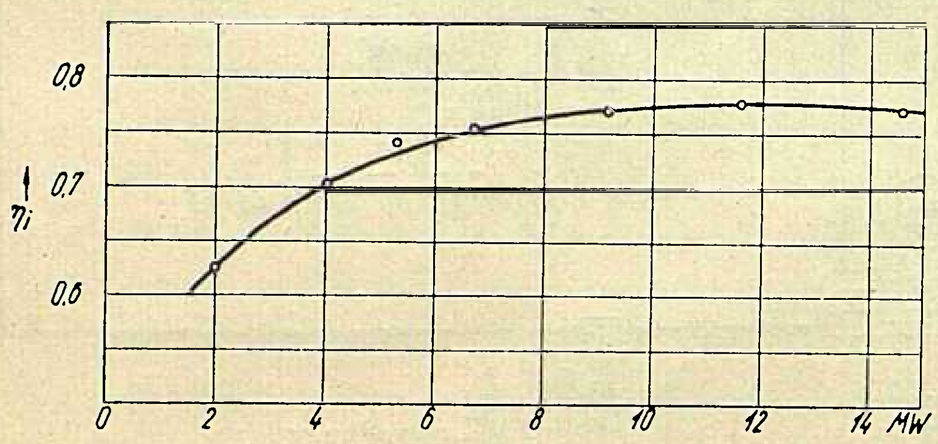


Sl. 15. Pritisci oduzimanja.



Sl. 16. Specifični potrošak pare.

cijevi. Da bi se dobila realna slika o vrijednosti parne turbine, korigiran je potrošak pare na normalno ulazno stanje pare u turbinu od 35 atp i 435 °C i

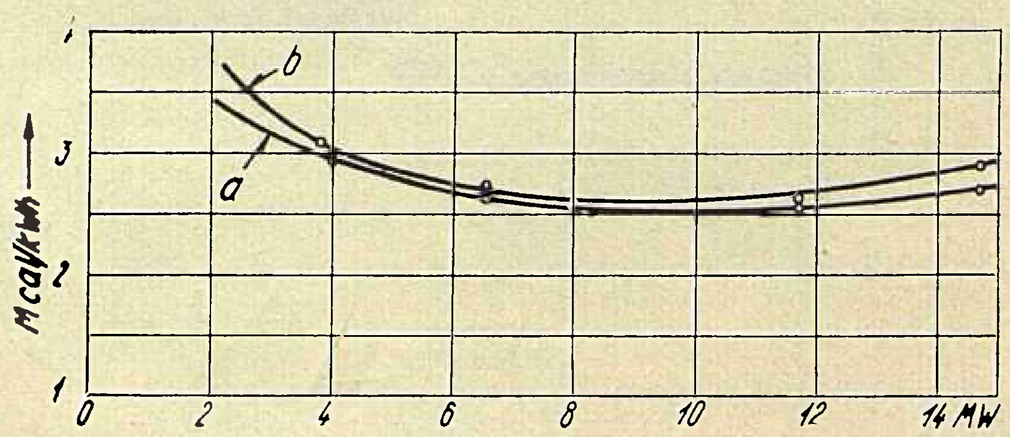


Sl. 17. Unutarnji stepen djelovanja.

izlazno stanje, nametnuto kondenzatorom, koji za hlađenje troši 3.500 m³/h rashladne vode od 27 °C, pri čemu je kondenzator u čistom stanju sa normalnim koeficijentom prelaza topline od 2.100 kcal/m²h°C Korigirane vrijednosti specifičnog potroška pare za rad turbine bez oduzimanja pare prikazane su u dijagramu slike 16 u ovisnosti o opterećenju turboagregata.

Daljnja razmatranja pokazuju, da turboagregat radi sa unutarnjim stepenom djelovanja, koji pri optimalnom opterećenju ima vrijednost od 78,0%, a čiji je tok, u ovisnosti o opterećenju turboagregata, prikazan u dijagramu slike 17.

Specifični potrošak topline turboagregata u režimu rada bez oduzimanja pare, iznosi pri optimalnom opterećenju 3145 kcal/kWh, te regenerativno zagrijavanje kondenzata uz oduzimanje potrebne ogrjevne pare iz turbine poboljšava toplinski proces, tako da se u režimu rada bez isparivača troši pri optimalnom opterećenju 2560 kcal/kWh, a pri radu isparivača 2610 kcal/kWh. To su razumljivo i optimalne vrijednosti, a tok tih vrijednosti u ovisnosti o opterećenju turboagregata, prikazan je u dijagramu slike 18. Ispitivanja



Sl. 18. Specifični potrošak topline.
a: bez rada isparivača, *b:* s radom isparivača.

praznog hoda turboagregata pokazala su da snaga praznog hoda generatora iznosi 473 kW, a potrošak pare turbine u praznom hodu pri parametrima mjerenja 6040 kg/h.

REGULACIONI UREĐAJ KOTLOVA I. ETAPE U TERMOELEKTRANI JERTOVEC

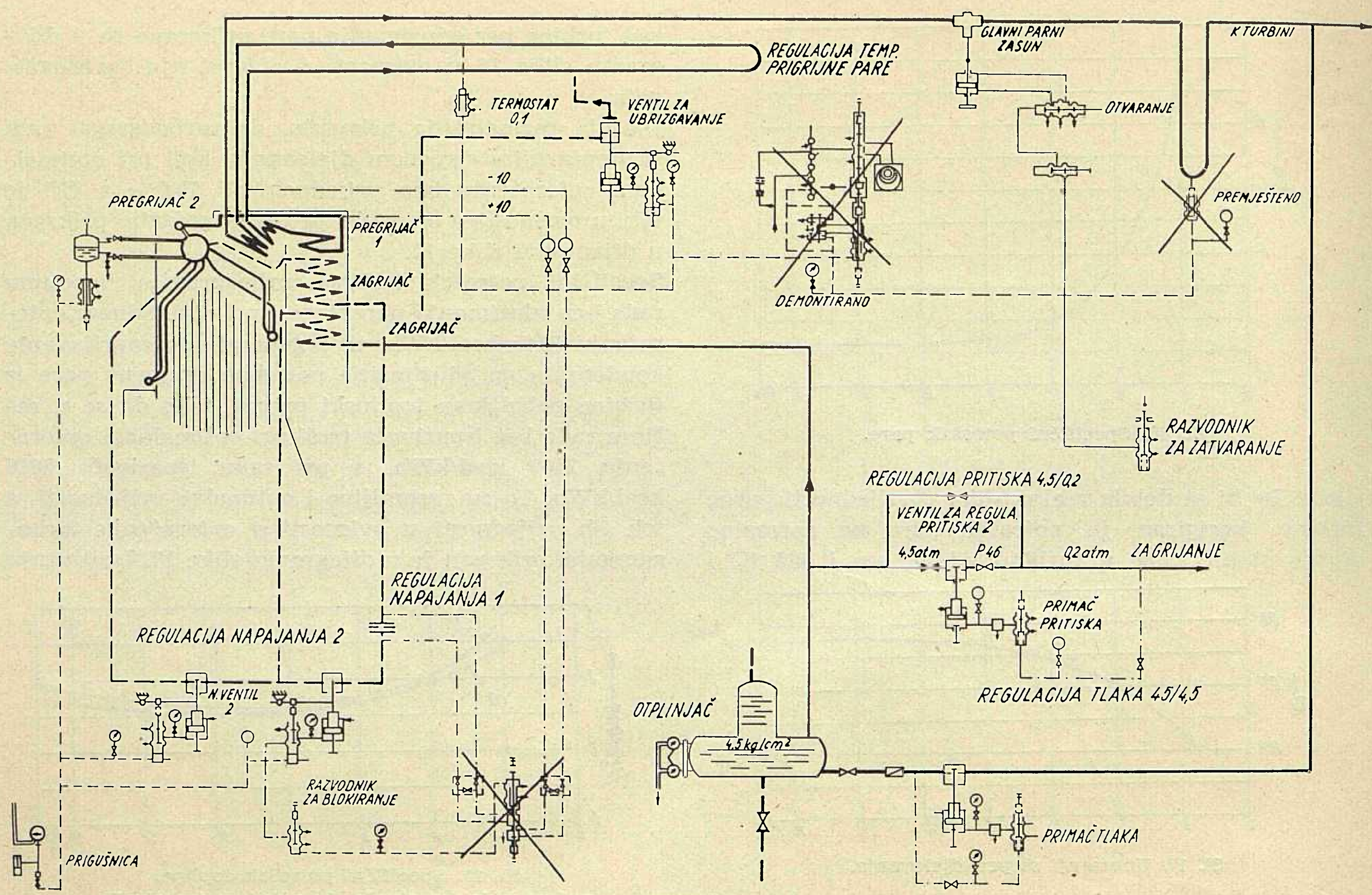
Ing. Josip Majić, Termoelektrana Jertovec (Konjščina)

621.311.22 : 621.182-53

Na postrojenju termoelektrane Jertovec već u prvim pogonskim danima nastali su mnogi defekti prouzrokovani tehnološkim slabostima materijala i različitim konstruktivnim nedostacima. Među ovim defektima ima nekoliko velikih, koji su prouzrokovali duža stajanja postrojenja kao i znatne materijalne troškove za nove dijelove. Članak opisuje defekt na ulaznim kolektorima drugog pregrijača pare radijacionih kotlova Sulzer, koji je prouzrokovan nepravilnim radom regulacionog uređaja.

Uređaj regulacije (slika 1) u prvim pogonskim danima počeo je pokazivati neke nedostatke. Razvodnik za blokiranje *23—2* i dvostruki diferencijalni primač *05—5* nisu sinhrono radili s uređajem vodostaja, te je nekoliko puta bilo blokirano napajanje u momentu najnižeg vodostaja kada je potreba napajanja bila najveća. Izotermički regulator također je veoma sporo prenosio impuls i bilo je potrebno ručno pomaganje kod malo jače promjene propuha, bilo kad se promijenio sortiman goriva ili opterećenje. Ovi momenti doveli su do potrebe rekonstrukcije. Firma *Sulzer* je ovu rekonstrukciju izvela demontiranjem ovih aparata i premještanjem termostata *Ol* s izlaznog cjevovoda iz kotla na cjevovod između prvog i drugog pregrijača pare. Ovaj premještaj ubrzao je reagiranje uređaja za hlađenje, ali je onemogućio pravilnu regulaciju konačne temperature pare. Nadalje, kod ulaska u pogon nužno je blokirati regulaciju, da bi se dobila normalna temperatura izlazne pare. Pojedini dijelovi kotla izrađeni su iz materijala koji normalno ne može služiti svrsi kojoj je namijenjen. Uređaj gdje se vrši hlađenje pare kao i komore na ulazu u drugi pregrijač pare izrađeni su također iz materijala koji ne odgovara. Ovi nedostaci koje ćemo detaljnije opisati doveli su do velikog defekta koji je prouzrokovao veće stajanje postrojenja i troškove za nabavu novih komora i cijevi.

Dne 10. 11. 1956. primijećeno je propuštanje varova na kolektoru, na mjestu ulaza u drugi pregrijač kotla I.



Slika 1.

Detaljnim pregledom ustanovljeno je, da su na kolektoru na 12 mjesta popucali varovi cijevi koje ulaze u kolektor. Osim toga su se te pukotine na pojedinim mjestima produljile na sam kolektor u dužini od cca 3 cm. Cijev, koja veže komore izlaza iz prvog pregrijača pare i komore ulaza u drugi pregrijač, napukla je na mjestu gdje je zavaren termometar. Na samoj cijevi primijećene su uzdužne pukotine duž cijele cijevi u dubini od cca 2 mm. Ovakva slična pojava primijećena je na kotlu II. Kolektor je promjera 215/187 mm, a dužine 5,100 mm iz Cu-Mo čelika, koji nije dovoljno termički obrađen, te ne odgovara za ove svrhe. Cu-Mo materijal može služiti do 400° C i obično se upotrebljava na mjestima, gdje nema naglih promjena temperature, jer je jeftiniji od materijala Cr-Mo [Marve 17L (MTW)] koji bi odgovarao na ovom mjestu. Spomenuta kvaliteta materijala, kao i pogrešno konstruktivno rješenje sistema hlađenja pare prouzrokuje, da se temperatura kolektora i kod konstantnog opterećenja kotla mijenja u granicama od cca 20° C. Kod ispada i ulaska u pogon, te su promjene između 50 i 60° C, a dešavaju se prenaglo, t. j. unutar par sekundi. Prema snimljenim podacima odabrana je jedna točka iz dijagrama opterećenja, tlaka pare i temperature pare. Tako imamo slijedeće veličine:

opterećenje kotla	34,5 t h
tlak pare (parovnik)	40 atp
tlak pare (izlaz iz kotla)	38 atp
temperatura pare	
na izlazu iz kotla	45° C
prije ubrizgavanja	350° C
poslije ubrizgavanja	285° C

Iz ovih veličina dobijemo dijagram promjene temperature i entalpije pare u smjeru cirkulacije. Kako se vidi u dijagramu sl. 2. temperatura ispred mjesta ubrizgavanja je 350° C, a iza mjesta ubrizgavanja 285° C, t. j. kod opterećenja kotla sa 34,5 t/h, ova promjena znači pad entalpije za 41 kcal/kg. Iz *JS* dijagrama vidi se, da je prirast entalpije u prvom pregrijaču 97 kcal/kg, a toliko je po prilici i u drugom. Dakle ovako veliko hlađenje pokazuje, da su pregrijači predimenzionirani. Voda za hlađenje dolazi iz prvog zagrijača pojne vode. Temperatura vode je cca 180—190° C. Ova voda ide preko ventila koji impuls iz primača otvara i zatvara, a regulira ga termostat. Termostat preko razvodnih aparata ima težnju držanja određene temperature na mjestu gdje je ugrađen. Promjena temperature izaziva promjenu tlaka regulacionog ulja (vidi sl. 1). Promjena temperature iznosi cca 20° C, t. j. ventil će kod temperature 275° C biti zatvoren, a kod 295° C potpuno otvoren.

Količinu napojne vode koja je potrebna za hlađenje pare dobijemo iz slijedećih relacija:

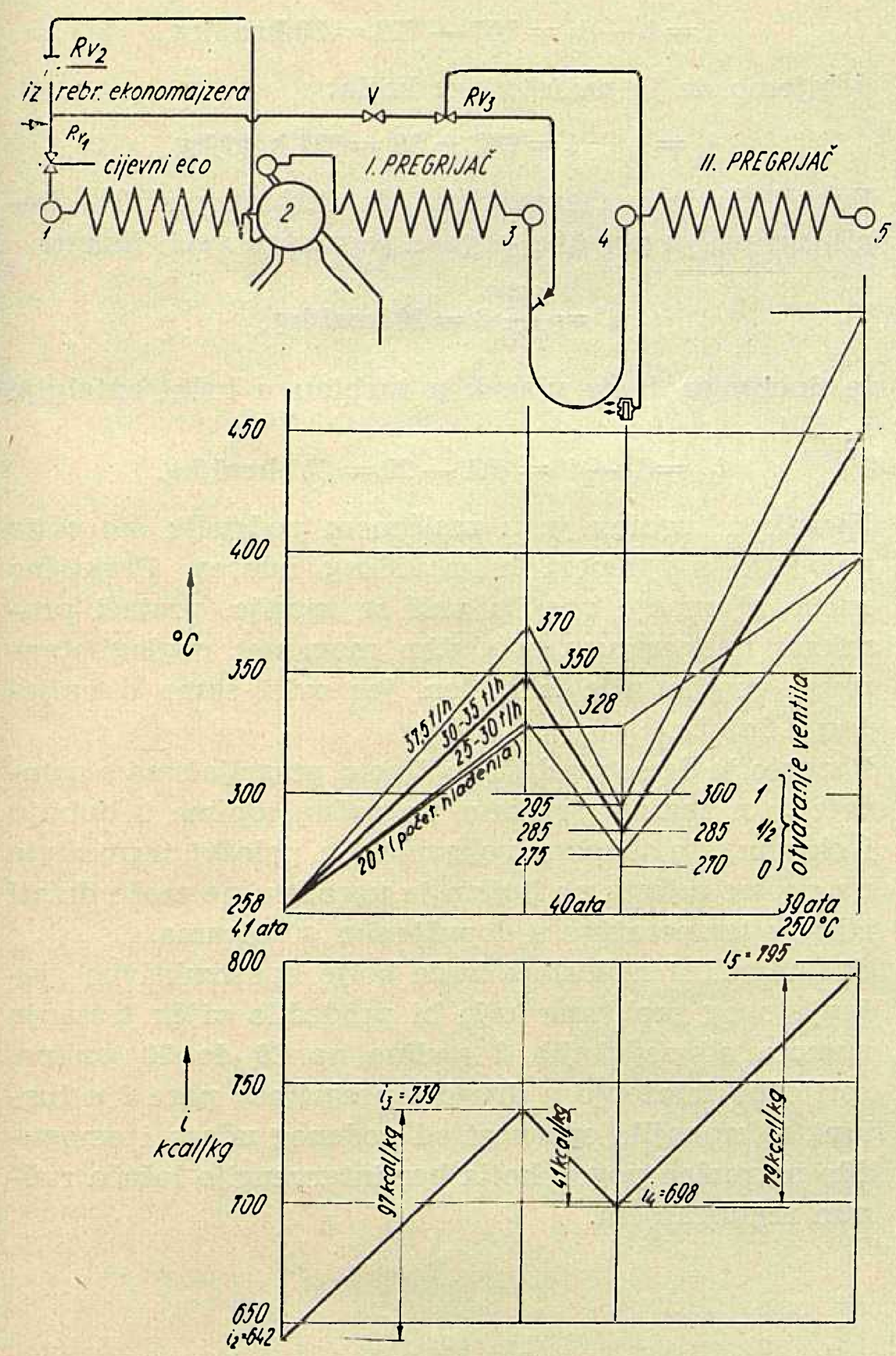
$$W\,(i_4 - i_1) = D\,(i_3 - i_4) \qquad (1)$$

$$W + D = 34{,}5, \qquad (2)$$

gdje su: W — količina kondenzata, D — količina pare, i_1 — entalpija napojne vode između rebrastog i cijevnog zagrijača, i_3 = entalpija pare prije ubrizgavanja, i_4 = entalpija pare poslije ubrizgavanja, $W\,(698 - 180) = D\,(739 - 698)$; $W \cdot 518 = D\,41$, $W = 2{,}54$ t/h.

Iz ovoga je vidljivo, da za normalno hlađenje pare treba prevelika količina rashladne vode (kondenzata). Konstruktivno rješenje da se za ovo hlađenje uzima

napojna voda, koja u našem slučaju ima isparni ostatak od 15,10 — 30,6 mg/l t. j. sadrži u sebi sve potrebne soli, dovodi do taloženja ovih soli u II. pregrijaču pare i do zasoljenja turbina, što je kod zadnjeg pregleda turbine ustanovljeno. Očito je ovo zasoljenje došlo od soli, koje se u drugom pregrijaču talože i povremeno se kod jačih opterećenja podižu i s parom odlaze u turbinu. Osim ovoga nedostatka, t. j. da voda



Slika 2.

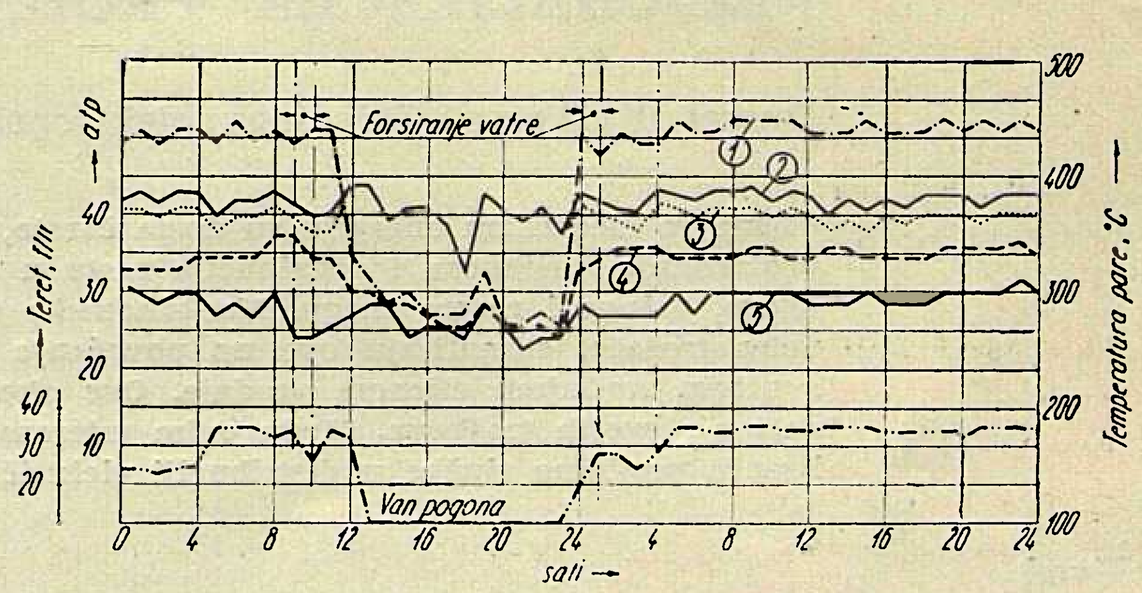
prlja pregrijač pare i zasoljuje turbinu, sistem hlađenja ne daje garanciju konstantne izlazne temperature pare, već se ona može mijenjati između pravca 37,5 t/h i 25 — 30 t/h u slici 2, t. j. ako se ne regulira termostat, kod opterećenja od 25 — 30 t/h konačna izlazna temperatura bit će 400° C, a kod forsiranog opterećenja od 37,5 t/h, 500° C. Ovo dovodi do potrebe da pogonsko osoblje u ovakvim momentima regulira termostat. Kako je vidljivo iz slike 2, naročito nepovoljan moment je kod ulaska u pogon. Uzmimo, da počnemo opterećivati turbinu kada je temperatura pare 400° C. Iz sl. 3 vidi se, da ova temperatura nije dovoljno visoka, jer zadnji stepeni turbine rade u duboko zasićenom području.

Ovo je samo prolazno stanje, jer se temperatura kod ulaska u pogon stalno povećava, ali iskustvo pokazuje, da kod čestih ulazaka u pogon ovakav rad ostavlja vidne ožiljke. Međutim i rad s početnom temperaturom od 400° C zahtijeva ručnu regulaciju u momentu deblokiranja, jer se cijev, na koju je termostat priključen, nalazi na temperaturi 328° C, a već kod temperature 295° C ventil je potpuno otvoren. Preko ventila dolazi ogromna količina rashladne vode, koja momentano ruši temperaturu pare u zasićeno područje i kod naglog otvaranja ventila moglo bi doći i do hidrauličkog udarca.

Ovu nepogodu uvjetuje nepovoljan smještaj termostata i tlak uštrcavanja, jer je on u ovome momentu najveći, t. j. jednak je tlaku napojne sisaljke kod malog opterećenja. Gubici u napojnom cjevovodu, koji kod punog opterećenja umanjuju tlak uštrcavanja u ovom momentu su zanemarivo mali. Iz sl. 1 vidljivo je, da u ovom momentu tlak sisaljke vlada u cjelokupnom cjevovodu do regulacionih napojnih ventila *Rv1* i *Rv2*. Dakle odnos tlakova je obrnut od onoga što tražimo. Za ovakovu vrstu hlađenja nije povoljno da je izvor rashladne vode napojna sisaljka jer

1. voda sadrži prevelike količine soli,
2. tlak uštrcavanja s opterećenjem mjesto da raste on pada prema formuli $H_m - H_c - K$
   gdje je:
   $H_c = \xi \frac{v^2}{2g}$ pad tlaka u cjelovodu,
   $K = H_c$ je konstantni tlak u komori gdje se uštrcava
3. tlak uštrcavanja također je ovisan i o frekvenci, jer je $H_m = f(n, Q)$, gdje je n — broj okretaja sisaljke (direktno ovisan o frekvenciji), Q — protočna količina.

H_m je ovisan i o istrošenju sisaljke, t. j. o uvjetu koji je kod nas došao do tolikog izražaja, da kod slabije frekvence mreže, uslijed istrošenja statorskih kola, napojna sisaljka nije mogla napajati kotao za određeno opterećenje, već se moralo ići na niže opterećenje. U tom momentu dešavalo se, da je uštrcavanje bilo minimalno i nedovoljno da drži temperaturu u normalnim granicama, te se moralo ići s opterećenjem niže od onoga koje su mogle napojne sisaljke izdržati sa svojim ionako slabim napajanjem.



Sl. 3. *1:* izlaz iz kotla, °C, *2:* tlak u parovniku, *3:* tlak iza II. pregrijača (izlaz iz kotla), *4:* prije ubrizgavanja, °C, *5:* poslije ubrizgavanja.

U dijagramu (sl. 3) vide se različiti odnosi između opterećenja, tlaka i temperature pare. Forsiranje vatre ima naročiti utjecaj na količinu uštrcavanja, jer su razlike temperature ispred i iza mjesta uštrcavanja do 100° C. Vidljivo je kako kod ulaska u pogon na-

staju nagle promjene temperature iza mjesta uštrcavanja, t. j. i u komori na ulasku u drugi pregrijač pare. Zanimljivo je, da je u početku pogona termostat bio montiran prema slici 1 na mjestu gdje je prekrižen. Zbog prevelike tromosti premješten je između pregrijača, t. j. iza mjesta uštrcavanja. Također je izbačen izotermički regulator koji je povećavao tromost (prekrižen na slici 1). Posljedice lošeg rješenja hlađenja pare znatno su povećane slabim sastavom materijala i slabom termičkom obradom (ratna izvedba!).

Tvrtka Sulzer izbacila je izotermički regulator i premjestila termostat (slika 1), ali ni na tom mjestu on konačnu temperaturu ne može držati u dozvoljenim granicama. Konačna temperatura varira s opterećenjem za 100° C, ukoliko se ne pomaže ručno.

Kakav uvjet nastaje u momentu deblokiranja regulacije kod ulaženja pod teret pokazuje slijedeći račun. Uštrcni cjevovod ispred ventila V u ovom momentu ima maksimalni tlak sisaljke 58 Atm. Tlak u komori jednak je tlaku kotla: 40 Atm. Dakle na sapnicu dolazi razlika tlaka od 58 — 40 = 18 Atm. Ovakav tlak uzevši koeficijent kontrakcije mlaza 0,8 daje slijedeću količinu:

$$Q = F \cdot v = \varphi \cdot n \frac{D^2 \pi}{4} \sqrt{2g \cdot \triangle p} \cdot 3600 \text{ (m}^3\text{/sat)},$$

gdje je $\varphi = 0{,}8$ koeficijent kontrakcije, $n = 2$ broj sapnica, $D = 4$ mm promjer sapnice, $\triangle p = 180$ mm VS razlika tlaka ispred i iza sapnice:

$$Q = 0{,}8 \cdot 2 \frac{0{,}004^2 \pi}{4} \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 180} \cdot 3600 = 4{,}27 \text{ m}^3\text{/h}.$$

Dakle ovo je količina rashladne vode koju bi sisaljka uštrcala kod naglog otvaranja ručnog ventila, t. j. kod deblokiranja regulacije. Ovo se događa obično u momentu kada je opterećenje kotla 20 tona/sat. Toplinska stanja idu prema krivulji *20 tona* (početak hlađenja) slike 2. Tada je entalpija pare na mjestu uštrcavanja $i_6 = 728$, uštrcana voda ima entalpiju $i_1 = 180$. Prema zakonu smjese imamo:

$$D \cdot i_6 + W \cdot i_1 = (D + W)\, i_7,$$

$$i_7 = \frac{20 \cdot 728 + 4{,}27 \cdot 180}{20 + 4{,}27} = 632 \text{ kcal/kg}.$$

Ako se uzme da je prirast entalpije u drugom pregrijaču pare u ovom momentu

$$i = i_8 - i_6 = 767 - 728 = 39 \text{ kcal/kg},$$

dobijemo da je na izlazu iz kotla:

$$i_9 = i_7 + i = 632 + 39 = 671 \text{ kcal/kg}.$$

Uzevši da je u cjevovodima do turbine pad 3% (toplinski pad u početku pogona je mnogo veći) imamo

$$i' = \frac{671}{100}\, 3 = 20 \text{ kcal/kg},$$

te dobijemo da je ulazak u turbinu u točki entalpije i_{10} t. j.

$$i_{10} = i_9 - i' = 671 - 20 = 651 \text{ kcal/kg}.$$

Ulazak u turbinu je u zasićenom području što očito pokazuje mogućnost hidrauličkog udarca. Praktično ručno otvaranje ventila vrši se sporije, prateći promjenu temperature, međutim momenat naglog otvaranja ventila nije isključen, jer ovisi samo o umješnosti ložača.

Poznato je da se predaja topline u pregrijačima s opterećenjem znatno povećava na račun topline u bubnju i ekranu, što također pokazuje, da položaj termostata na ovome mjestu na kojem je ugrađen, ne može držati izlazne temperature u dopuštenim granicama.

Svi navedeni nedostaci traže bolje konstruktivno rješenje ovog problema koje bi produžilo vijek trajanja komora od sadašnjih 2 godine na 20 do 30 godina, spriječilo taloženje u drugom pregrijaču pare i u turbini, te smanjilo opasnost od vodenog udara i omogućilo normalan pogon kotla bez intervencije ložača ručnim reguliranjem.

RACIONALIZACIJA PRODAJNE SLUŽBE U ELEKTROPRIVREDI

Daniel Feöcze, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb **658.8.03:621.311.1**

Cijene za električnu energiju su dosta čvrste, naročito za kategorije potrošača s nerealnom tarifom, a troškovi proizvodnje, prijenosa i distribucije rastu u skladu s porastom cijena za energetsko gorivo, materijalne troškove, usluge i radnu snagu. Neekonomske cijene električne energije za široku potrošnju i za specijalne velepotrošače, stimuliraju ove na povećanje potroška, uslijed čega dolazi i do nepovoljne strukture konzuma s nižom srednjom cijenom prodaje. Ove okolnosti prisiljavaju elektroprivredu na uvađanje raznih mjera za sniženje svojih troškova. Među ovim mjerama su i racionalizacije poslovanja. U članku se govori o racionalizaciji prodajne službe u distribuciji električne energije kod nas i u inozemstvu.

Uvod

S razvojem elektroprivrede i sve većim proširenjem elektrifikacije na područje kućanstva i ostalih malopotrošača električne energije, povećao se je i aparat prodajne organizacije poduzeća. Kod elektroprivrednih poduzeća s velikim opskrbnim područjem od više stotina hiljada potrošača, prodajna organizacija ustrojena na iskustvenim oblicima ranijih užih opsega poslovanja, postaje u tom razvoju glomazna i nerazmjerna ostalim organizacionim jedinicima u poduzeću. Problem je naročito izražen kod naglog porasta konzuma u velikim i gusto elektrificiranim centrima.

Smišljene norme broja obračunskog i inkaso osoblja za neku jedinicu potrošača na pr. za 1000, 2000 ili 5000, kod poduzeća koje opskrbljuje recimo 100 000 potrošača, postaju nepodnošljive, ako se njihov broj podvostruči. Šira mehanizacija prodajne službe primjenjuje se već i u elektroprivrednim poduzećima

ispod 100 000 potrošača. Intenzitet mehanizacije ove službe raste s porastom broja potrošača, no ima radnih postupaka, koji se ne mogu mehanizirati a koji čine znatnu stavku u prodajnim troškovima velikih elektroprivrednih poduzeća. Povećani broj osoblja u poduzeću utječe i na povećanje općih troškova organizacije koji su vezani uz čovjeka. Osim toga, više ljudi u poduzeću znači više problema i više briga, naročito na području »ljudskih odnosa« i na stvaranju t. zv. »dobre klime u poduzeću«.

Uslijed ovih okolnosti, elektroprivredna poduzeća s velikim brojem potrošača prisiljena su tražiti nova organizaciona rješenja i nove postupke za onaj dio rada prodajno-obračunske i inkaso službe, gdje mehanizacija ne može zamijeniti čovjeka.

Prodajna služba kod nas

Organizaciji prodajne službe kod nas nije se do sada posvećivala neka naročita pažnja, pogotovu ne u razdoblju zadnjih 10 godina, iako su baš u to vrijeme uvjeti za racionalizaciju bili najpovoljniji. Elektroprivreda je ujedinjena i jedinstveno upravljana. Nadalje, kroz evoluciju izgradnje i elektrifikacije širih konzumnih područja, godinama je vladalo geslo »sniženje t. zv. pune cijene koštanja« i to bilo kao cilj samoinicijativnih utakmica između elektroprivrednih poduzeća, bilo kao ekonomski instrumenat društvenog plana, koji je predstavljao financijsku obavezu za poduzeće isto tako, kao porez na promet, uplata amortizacije i tome slično.

Troškovi prodajne režije kod nas nisu zanemarivi. Oni iznose oko 650 milijuna dinara godišnje za područje elektroprivrede FNRJ. Broj potrošača raste iz godine u godinu za cca 10%. Kretanje porasta broja potrošača u elektroprivredi FNRJ za posljednjih nekoliko godina izgleda ovako:

Godina	Broj potrošača	Indeksi	
1955	1 356 578	100	100
1956	1 498 244	110,5	110,5
1957	1 650 856	122,0	110,5
1958	1 805 176	133,0	109,2

Godišnji prosječni troškovi prodajne režije na jednog potrošača iznose oko 36 dinara. Ovi specifični troškovi variraju iz godine u godinu, što je zavisno od organizacionih promjena u elektroprivredi, od promjena u strukturi potrošača, od nivoa plaća u elektroprivredi, od ekonomskih instrumenata, kao i od promjena tržnih cijena za materijal i za ostale troškove prodajne režije. Tako su na pr. ovi specifični troškovi u 1955. iznosili 32 dinara za jednog potrošača a u 1956. nešto preko 38 dinara. Prema tome, troškovi prodajne režije su značajni u elektroprivredi a osobito u strukturi cijene organizacija za distribuciju električne energije.

Prihodi od prodaje električne energije su zajednički za područje pojedine elektroprivredne Zajednice. Već i sama ta okolnost traži jedinstvenu (ne jednaku) organizaciju prodajne službe za dvije ili tri karakteristične grupe distributivnih poduzeća, na primjer za male seoske distribucije s individualnom prodajnom službom ili pak za »obračunski biro« jednog područja s više seoskih distribucija, zatim možda za distribuciju srednjih veličina s oko 20 000 potrošača i konačno za distribucije velikih gradova.

Tarifa za električnu energiju je jedinstvena a realizacija proizvodnje je u stvari prihod elektroprivredne Zajednice kojim ona financira koordinirano proizvedenu električnu energiju udruženih elektrana, odnosno kupljenu električnu energiju iz industrijskih elektrana i susjednih elektroprivrednih sistema, odnosno Zajednica, te usluge prijenosa i distribucije električne energije, prema obostrano ugovorenim kondicijama. Pod tim okolnostima, racionalizacija i unifikacija prodajne službe je nužna već i radi same kontrole primjene jedinstvene tarife (na nivou, koji je zajednički) a i radi obračuna količina.

Danas imamo različite načine očitanja brojila, obračuna potroška, fakturiranja, inkasa električne energije a i kontrole, kako same prodajne službe, tako i potrošača električne energije. Među ovima ima i dobrih za koje se može reći, da predstavljaju sistem za rješenje određenih zadataka, time da spone u lancu radnih postupaka onemogućuju eventualne malverzacije, da je kod podjele rada osiguran kontinuitet, da je radni ciklus optimalno kratak, odnosno da angažira minimum obrtnih sredstava, da statistici osigurava određene pokazatelje i konačno, da je sistem koji rješava postavljene zadatke, jeftin. Međutim imamo i t. zv. »samonikle« organizacije, skupe i jeftine, duhovite i manje duhovite, objektivne i subjektivne, napredne a i konzervativne. Ta raznolikost otežava kontrolu, skupa je a sa stručnog stanovišta čak je i neugledna.

Reorganizacije prodajne službe vršene su kod nas samoinicijativno i to uglavnom u većim gradovima. Tako je na primjer prodajna služba u okviru bivše Gradske električne centrale Zagreb, reorganizirana po jednoj unaprijed smišljenoj i provjerenoj osnovi. Tom prilikom mehaniziran je obračun potroška s fakturiranjem električne energije i statistikom prodaje, čime je broj osoblja smanjen za više od 50% a povećani su kvalitet rada i dokumentacija.

U to vrijeme pored Gradske električne centrale, kao gradska opskrbna poduzeća djelovali su još Gradska plinara i Gradski vodovod. Sva tri gradska opskrbna poduzeća bila su samostalna s odvojenim poslovanjem i bilancom. To ih međutim nije smetalo, da organiziraju zajedničko očitanje brojila, obračun i fakturiranje potroška te statistiku i inkaso. Nakon reorganizacije prodajne službe u tim poduzećima, jedna — zajednička — osoba je očitavala brojila za električnu energiju, plin i vodu i unovčavala na temelju jedne fakture njihov potrošak. Takvim načinom poslovanja postiglo se mnogo na sniženju troškova a smanjen je i broj radne snage u poduzećima. Osim toga, potrošač nije bio uznemirivan od nekoliko očitača brojila i nekoliko inkasatora za električnu energiju, plin i vodu. Za sve te poslove, u stan odnosno u kuću potrošača dolazila je svega jedna osoba. Kasnije kad su elektrana i distribucija grada Zagreba uvrštene u elektroprivredu, raskinut je ovaj zajednički prodajni biro.

Mehanizacija je uvađana i u nekim drugim distributivnim poduzećima, a vršena je i racionalizacija poslovanja. Prelazilo se na t. zv. »indirektni inkaso« prema kojem su se istodobno s očitanjem brojila vršili na licu mjesta obračun potroška, fakturiranje i inkaso. No sva ta nastojanja oko poboljšanja prodajne službe u elektroprivredi, predstavljaju mjestimična i raznolika rješenja.

Nema inicijative za akciju na širem području, odnosno za unificiranu reorganizaciju prodajne službe u elektroprivredi kao cjelini. Troškovi su uslijed toga nesumnjivo veći, a otežana je i kontrola.

Prodajna služba u inozemstvu

U stalnom nastojanju sniženja postojećih troškova, kod inostranih se elektroprivrednih organizacija mnogo polaže na mehanizaciju radnih postupaka. Renomirane tvornice uredskih strojeva raspolažu s posebnom službom za naučnu organizaciju u privrednim poduzećima raznih djelatnosti. Glavna je svrha ovih službi, da na što širem području uvedu strojeve svojih tvornica. U tom nastojanju, organizatori ovih tvornica prilagođavaju radne postupke u poslovanju svojih klijenata mogućnostima strojeva, koje zastupaju. Naravno da i potrebe poduzeća utječu na dotjerivanje i usavršavanje uredskih strojeva radi konkurencije, koja je dosta razvijena na tom području. Organizatori tih tvornica mahom su ljudi s duljim radnim stažom, solidnim znanjem i specijalnom izobrazbom za mehanizaciju poslovanja. Mi smo imali prilike upoznati ih na radu i u našoj zemlji pa sama mehanizacija prodajne službe u elektroprivredi od adresografa do obračuna, fakturiranja i statistike, nije za nas ni toliko interesantna. Na tom području postoje bolja i lošija rješenja — zavisno od mogućnosti, koje pruža konstrukcija stroja — skuplje i jeftinije organizacije. No tim je omogućena samo mehanizacija radnih postupaka. Vani se išlo i dalje, naročito kod distributivnih poduzeća velikih gradova, gdje je uslijed velikog broja potrošača, prodajna organizacija postala glomazna i nesrazmjerna ostalim organizacionim jedinicama u poduzeću. U tim se poduzećima mijenjaju — pa čak i ukidaju — neki već mehanizirani radni postupci kao suvišni, a da se egzistencija poduzeća i atributi njegove solidnosti ne dovode u pitanje. Neke stvari postaju naprosto nevažne pa čak i nepotrebne, kad se njihov funkcionalni efekt usporedi s troškovima koje stvaraju.

Tako je na primjer, reviziju postavki o organizaciji prodajne službe u svojem poduzeću provelo Hamburgische Elektrizitäts - Werke Aktiengesellschaft -HEW- (Hamburško elektroprivredno dioničko društvo). Odluka za reviziju načina poslovanja i za reviziju troškova, donijeta je iz dva razloga.

Prvi razlog leži u problemu raskoraka između vlastite stvarne cijene i prodajne cijene po važećoj tarifi. Svi elementi vlastite cijene u konstantnom su porastu u toku zadnjih godina. Porasli su personalni izdaci, troškovi energetskog goriva i uzdržavanja postrojenja, a isto tako i troškovi kamatne službe kapitala; međutim pojedini tarifni stavovi za električnu energiju ostali su čvrsti. Naravno, uslijed toga su prihodi od prodane električne energije u debalansu s troškovima proizvodnje, prijenosa i distribucije, na čiju visinu utječe nesmetani razvoj cijena radne snage, materijala i kapitala za usluge i proizvode iz drugih privrednih grana. To je manje više opći problem kod svih elektroprivreda pa i kod naše, iako imamo specifične proporcije u vrijednosti bruto produkta.

Pored poteškoća, koje stvaraju čvrste cijene za električnu energiju, na opadanje prihoda znatno utječu i promjene u strukturi konzuma. Naglo se razvija potrošnja električne energije u kućanstvu, koja stvara kratkotrajna visoka opterećenja elektroprivrednih postrojenja a pored toga se još kao oduzimač energije nalazi na ljestvici troškova najskupljeg troškovnog mjesta. Međutim tarifa za ovu kategoriju potrošača je daleko ispod ekonomske cijene t. j. daleko ispod nediskriminirane kalkulativne vlastite cijene prodaje. Nagli razvoj takve kategorije potrošača mijenja odnose u strukturi konzuma i utječe na opadanje srednje cijene realizacije. No i pored svega toga, njihove pozicije kao faktora u tarifi za električnu energiju su vrlo čvrste i nepopustljive, iako su prosječni izdaci kućanstva za potrošak električne energije u usporedbi s ostalim troškovima, beznačajni. Tako na pr. prema statističkim podacima iz Zapadne Njemačke za 1956/57 godinu, u strukturi troškova jedne obitelji od 4 člana, kao osrednjeg potrošača elektroprivrede, izdaci za električnu energiju iznose tek 1,2% od dohotka, dok su ostali izdaci, koji ne predstavljaju životnu potrebu znatno viši. Oni na primjer samo za užitke iznose 5,7% od dohotka od kojih na izdatke za duhan otpada 2,0%, na izdatke za alkoholna pića 2,1%, na izdatke za čaj i kavu 1,3% od dohotka i sl. Kućanstvo je najbrojniji potrošač elektroprivrede. Osim toga ta kategorija potrošača je zastupljena u svim područjima društvenog i privrednog života. Pored ove ima još i drugih, po količini potroška značajnih grupa potrošača, koje uživaju nerealne, povlašćene cijene za električnu energiju.

Dok se vodi borba za povišenje tarifnih stavova za električnu energiju na nivo realne kalkulativne vlastite cijene prodaje, dotle se u nuždi mnogo radi i na sniženju troškova, jer nerealnost pojedinih tarifnih stavova ne predstavlja samo ekonomsku diskriminaciju u odnosu na druge potrošače, koji moraju platiti tu razliku između stvarne i povlašćene cijene za neke privilegirane grupe, već i u odnosu na radnike elektroprivrede i njezina postrojenja. Nejednakim naporima idu za sniženjem troškova elektroprivreda i njeni potrošači. Dok je elektroprivreda prisiljena ulagati maksimalni napor za sniženje svojih troškova u korist potrošača, dotle ovi to rade radi vlastitog dohotka i vlastitih fondova i to proizvoljnim intenzitetom. Nadalje dok se nivo cijene za električnu energiju administrira, čime se sputava njen prirodni razvoj, dotle se proizvodi mnogih potrošača električne energije realiziraju na tržištu po komercijalnim i konjukturnim cijenama.

Veliki pritisak na cijenu električne energije pogađa i troškove postrojenja (amortizaciju i uzdržavanje). Glavni faktor proizvodnje u elektroprivredi su osnovna sredstva, odnosno postrojenja, pa je veći dio troškova vezan uz njih. Kod nas ovi troškovi, prema pro-

cjeni za 1959, iznašaju 62,8% od »troškova poslovanja«. Od toga otpada na amortizaciju 34,2%, na investiciono uzdržavanje 13,7%, na kamate na osnovna sredstva i investicione zajmove 11,4%, a na premije osiguranja protiv rizika 3,5%. Kod toga treba uvažiti, da naša elektroprivreda uživa povlašćenu kamatnu stopu. Lična primanja su u odnosu na troškove osnovnih sredstava minimalna. Minimalni su i ostali materijalni troškovi. Ove dvije zadnje grupe troškova su u svojim visinama podjednake. Kreću se između 4 i 5 milijardi dinara, dok sami anuiteti za investicione zajmove iznose oko 6 milijardi dinara. Odnosi u strukturi cijene električne energije inozemnih elektroprivreda se razlikuju od naših pa su za pojedine elemente cijene neusporedive. Tako na primjer, prema podacima iz publikacija Ujedinjenih nacija, amortizacija kod elektroprivrede USA iznosi 9% od prodajne cijene a kod elektroprivrede Irske 30%, kamati i dividende kod elektroprivrede Danske 4% a kod elektroprivrede Škotske 25%, višak kod elektroprivrede Engleske 1,3% a kod elektroprivrede Holandije 17% i t. sl. Ova raznolikost je uvjetovana fiskalnim propisima odnosnih zemalja i bilancijskom politikom njihovih elektroprivreda. Općenito uzevši, međutim, najveći dio troškova otpada na one, koji zavise od osnovnih sredstava. Prema tome, kad nema mogućnosti sniženja troškova radne snage ili materijalnih troškova, koji su i inače minimalni, a prihodi od električne energije su nedovoljni, onda pod udar dolaze amortizacija i uzdržavanje postrojenja. Amortizacija je kalkulativna stavka, pa se otpisne stope ili godišnje kvote amortizacije mogu mijenjati u skladu s gledanjem na vijek trajanja postrojenja. Volumen popravaka je međutim ovisan ne samo o stanju postrojenja već i o raspoloživim financijskim sredstvima. Ako ima dovoljno sredstava, onda se postrojenja njeguju i uzdržavaju na vrijeme. Tada im je i vijek trajanja duži a snabdijevanje potrošača je sigurnije. Ako pak nema dovoljno financijskih sredstava, onda se obavljaju samo najnužniji popravci, pa su defekti češći, a vijek trajanja postrojenja kraći. Kod proizvoda sa slobodnim prodajnim cijenama tih problema nema, a sniženje troškova predstavlja efekt napora uloženog za povećanje vlastitog dohotka.

Osim problema troškova HEW je bio prisiljen riješiti i svoj organizacioni problem. Trebalo je izvršiti reviziju poslovanja radi toga, što se prodajna organizacija nesrazmjerno širila. Godišnji prirast iznosio je oko 25.000 potrošača. Trebalo se dakle odlučiti ili za daljnje proširenje prodajne službe i srazmjerno povećanje personala ili za takvu racionalizaciju poslovanja, koja će osloboditi veći dio osoblja, smanjiti sam radni organizam i sniziti troškove. Izbor je pao na racionalizaciju. Razmotrene su osnovne postavke organizacije prodajne službe, analiziran je svaki pojedini postupak, njegov efekt i njegova korisnost, pa se konačno došlo do zaključka, da se umjesto 12 mjesečnih očitanja brojila, obračuna potroška i fakturiranja izvrši svega jedan godišnji obračun uz mjesečne akontacije za procijenjeni potrošak.

Na temelju obujma i vrste potroška ranijih godina i predviđanja za narednu godinu, ustanovljen je za svakog potrošača električne energije godišnji iznos potroška i godišnji iznos realizacije. Potrošač se obavezuje plaćati svakog mjeseca jednu dvanaestinu ovog iznosa sve do konačnog godišnjeg obračuna, kada se vrši definitivno očitanje brojila i ustanovljuje stvarni potrošak kao i konačni godišnji iznos fakture za pojedinog potrošača. Elektroprivredno poduzeće vrši sporadična kontrolna očitanja brojila tokom godine u cilju provjeravanja predviđenog potroška električne energije i u cilju kontrole potrošačevih trošila, jèr ukoliko bi potrošač priključio neka nova trošila, koja bi znatno izmijenila predvidivi potrošak električne energije, on bi to bio dužan prijaviti elektroprivrednom poduzeću.

Ova nova postavka za poslovanje prodajne službe elektroprivrednog poduzeća, odbacuje jednostavno cijeli niz radnih postupaka, smatrajući ih nekorisnima pa prema tome i nepotrebnima, iako su oni još do jučer izgledali jako važni i neophodni. Promjena neke uhodane organizacije može izazvati poremećenje u radu i materijalne štete, ako nije brižljivo pripremljena. Kod sprovođenja ove nove ideje, posebno je trebalo razmotriti i riješiti pitanje dvaju odlučujućih faktora a to su: s jedne strane stotine osiguranih egzistencija u poduzeću, dovedenih sada u pitanje, koje osim toga treba da se još dobro angažiraju, kako bi se novi sistem mogao sprovesti — a s druge strane navike potrošača električne energije i na stanoviti način očitanja brojila, obračuna potroška i inkasa računa za električnu energiju. Potrošači baš nisu naročito skloni nekim promjenama, kad one zadiru u područje njihovih obaveza. Pitanje egzistencije namještenika na ukinutim radnim mjestima HEW je riješilo na taj način, što se je obvezalo, da će sve osoblje s tih radnih mjesta i dalje ostati u poduzeću te da im promjena zaposlenja ne će izazvati sniženje dosadašnje plaće. Pitanje potrošača električne energije i njihovih navika riješeno je putem ankete i javnih diskusija u raznim udruženjima građana i domaćica, gdje se je raspravljalo o novom načinu obračuna potroška električne energije i inkasa. U popularizaciji tog pothvata pomogla je i štampa. Na temelju datih mišljenja, ustanovljeno je da potrošači (a radi se samo o malopotrošačima) žele za potrošenu električnu energiju plaćati jednake mjesečne iznose isto kao i za stanarinu, i da im odgovara što će biti oslobođeni od mjesečnih posjeta očitača brojila i ubirača novca. Nakon što je riješeno pitanje namještenika s ukinutih radnih mjesta i pitanje volje potrošača, prešlo se na pripremne radove. Svi elementi su dobro proučeni, plan je sastavljen, sredstva za provedbu novog sistema brižljivo su odabrana i nakon što im je funkcionalnost razmotrena teoretski, prešlo se na probni postupak kod manjih oglednih područja i to djelomično za dvomjesečni obračun a djelomično za godišnji. Pokusi su pokazali dobre rezultate ali i manjkavosti, koje je trebalo ukloniti pa je tek nakon toga odlučeno da se novi postupak uvede u veliko hamburško opskrbno područje sa 630.000 potrošača električne energije.

Potrošači s manje-više jednakim mjesečnim prihodom rado su prihvatili novi sistem obračuna, jer će za električnu energiju plaćati jednake mjesečne iznose neovisno o godišnjem dobu. U sezonama u ko-

jima se nužno troše veće količine električne energije, obično se povećavaju i drugi izdaci u jednom kućanstvu pa ravnomjerno plaćanje godišnjeg potroška električne energije samo smanjuje sezonske financijske brige. Osim toga nema ni mjesečnih posjeta očitača brojila i ubirača novca pa nema ni komplikacija, koje se pojavljuju kod tog kontakta iz bilo kojih, opravdanih ili neopravdanih razloga. Potrošač doznačuje ugovorenu akontaciju, a pri tome je oslobođen troškova doznake. Time se skraćuje vrijeme, kroz koje je po prijašnjem sistemu obračuna poduzeće kreditiralo svojeg potrošača pa se uložena obrtna sredstva vraćaju prije. To znači da se ušteđuje kredit za dane obračuna i inkasa, koji iznose cca 10—14 dana, čime je ostvarena ušteda i na kamatima. Osim toga u poduzeću su smanjeni gubici odnosno dobici devijacija. Sezone s malim potroškom električne energije, obično su podložne gubicima devijacija, jer smanjena realizacija proizvodnje nije dovoljna za pokriće fiksnih troškova, koji su kod elektroprivrede vrlo visoki. Obrnuto je u sezonama s relativno većim potroškom električne energije. U ovima se ostvaruje jedan višak — sezonski višak ili t. zv. dobitak devijacije statičkog odnosa fiksnih troškova i količina predaje. Novi način obračuna i inkasa osigurava ravnomjerni priliv financijskih sredstava, koji će poslužiti za pokriće fiksnih troškova, pa nema potrebe za sezonskim kreditima, čime se opet snizuju troškovi za kamate.

Nakon uvođenja novog sistema obračuna i inkasa ustanovljeno je da se ugovorene akontacije točno plaćaju i da se je broj neredovitih platiša smanjio u velikoj mjeri. Osim toga veliki broj potrošača je svoju obavezu podmirio čak i unaprijed za tri, šest, devet pa čak i za dvanaest mjeseci. Ovi zadnji čine 3% od ukupnog broja potrošača. Plaćanje unaprijed vjerojatno je uslijedilo iz razloga što su se ovi potrošači htjeli riješiti brige oko termina za plaćanje tih svojih obaveza.

Kontrolna očitanja vršila su se u prvo vrijeme kod 25% potrošača svakih 3—4 mjeseca. Kod preostalih 75% potrošača, kontrolna očitanja su se vršila u neredovitim vremenskim razmacima. Pored toga, onim potrošačima koji su se u anketi izjasnili protiv novog sistema kao i onima koji su iz bilo kojeg razloga neprikladni za novi sistem obračuna, kontrolna očitanja će se kroz stanovito vrijeme vršiti svaka dva mjeseca, pa možda čak i svakog mjeseca. Isto važi i za potrošače u novogradnjama.

Broj obračunskog osoblja je smanjen za 40% a i ušteda tiskanica je velika, jer se ne izdaju mjesečne fakture. Sistem dvomjesečnog obračuna i inkasa kod probnih područja snizio je troškove rada u prodajnoj organizaciji za 35%. Primjena novog sistema s konačnim godišnjim obračunom na područje velikog Hamburga osigurala je (prema procjeni) sniženje troškova rada prodajne organizacije samo za 30%. Dakle nešto manje nego kod pokusnih područja i to iz razloga što je trebalo investirati u posebne register-strojeve za uplatnice po sistemu bušenih kartica.

Međutim ovaj sistem obračuna potroška i inkasa električne energije ima i svoje slabosti. Elektroprivredno poduzeće ne raspolaže više nekim elementima, koji su ipak važni. Ne postoji točan pregled nad kretanjem energije u toku godine, t. j. ne postoje količine stvarnog potroška kod potrošača, a niti količine gubitaka u distributivnoj mreži. Nadalje nema ni točnog periodičnog obračuna uspjeha poduzeća, budući da se uplate potrošača uzimaju kao akontacija do konačnog godišnjeg obračuna. Periodični uspjeh poduzeća procjenjuje se na taj način, što se od ukupne proizvodnje i kupnje električne energije oduzima količina vlastitog potroška elektrana i količina gubitaka u prijenosu, dok se gubici u distribucionoj mreži procjenjuju. Od tako dobivene količine električne energije na mjestima predaje, oduzimaju se količine koje su obračunate velepotrošačima, a ostatak se valorizira jednom brižljivo procijenjenom prosječnom cijenom. Uslijed toga trpi i točnost mjesečne statistike. Ona nije potpuna a obrađuje i procijenjene veličine. Tu je i problem brojila s 4 brojčana mjesta. Ova brojila je trebalo izmijeniti, jer je postojala opasnost, da se brojčanik u toku godine vrati, možda i višekratno na svoje početno stanje. Nadalje poteškoće stvaraju i potrošači koji se sele, a selidba je u velikom gradu normalna pojava. Statistički je utvrđeno, da se na pr. svaki stanovnik Hamburga seli jedamput u 4 godine. Pored toga, problem predstavlja i planska izmjena brojila. HEW izmjenjuje 80.000 do 100.000 brojila godišnje. To su dakle žrtve racionalizacije prodajne službe, međutim smatra se da polučeni efekti više vrijede od opisanih gubitaka na dokumentaciji, periodičnoj bilanci uspjeha i izmjeni brojila.

Zaključak

Naša distribucija električne energije nije tako mala, da bi se racionalizacija prodajne službe mogla zanemariti. Osim toga i troškovi prodajne režije u strukturi distributivnih poduzeća su relativno visoki a cijeli postupak od očitanja brojila do inkasa računa je veoma različit. Mnogo bi se dalo učiniti kad bi stručna udruženja distributivnih poduzeća odvojila nekoliko stručnjaka za prodaju sa zadatkom da prouče činjenično stanje u zemlji i dostignuća u inozemstvu pa da nakon toga izrade jednu jedinstvenu savremenu organizaciju prodajne službe u poduzećima za distribuciju električne energije.

Izvori dokumentacije i informacija

1. Recent Developments in the Electric Power Situation in Europe, United Nations, Economic Comission for Europe, Geneva, March 1953.
2. Elektrizitätswirtschaft 1958, br. 2.

UTVRDIMO NORMU PRIVREDNO-RAČUNSKOJ SLUŽBI

Ante Kršulović, Elektrane, Zagreb

658.531.007:336

U svakoj proizvodnji postoje stanovite norme. Rad u privredno-računskoj službi nije do sada bio normiran. Autor smatra da se i u toj službi uz skladnu suradnju pojedinih drugih službi u poduzećima i uz apsolutnu disciplinu u međusobnom dostavljanju podataka i dokumenata može uvesti normiranje pa navodi i konkretne prijedloge.

U elektroprivrednim poduzećima i Zajednicama vrši se utvrđivanje potrebnog broja radnika za svaki pojedini pogon. Nastojanje i konkretan rad na uvođenju, odnosno reviziji normativa po svim vrstama troškova, što vrijedi i za radnu snagu, dobro su došli. To je pravi put za daljnje unapređenje poslovanja i za njegovanje poslovnih odnosa između poduzeća i Zajednica, te Zajednica međusobno.

U okviru ovoga rada potrebno je izvršiti reviziju, odnosno utvrditi potreban broj radnika privredno-računske službe poduzeća, čiji će se osobni dohoci po tarifnim stavovima obračunavati i realizirati posredstvom prodane električne energije. U ovoj službi u raznim poduzećima ima različiti broj osoba. Svakako da je u svrhu objašnjenja ovih razlika potrebno reći nekoliko riječi o dužnostima, zadacima i ciljevima ove službe.

Privredno-računska služba u poduzeću nije samo knjiženje nastalih poslovnih promjena izraženih u novcu, već je to i knjigovodstvo i kalkulacija i analiza i obračun. To je služba koja osigurava ostvarenje društvene kontrole nad poslovanjem poduzeća i omogućuje utvrđivanje rezultata poslovanja. Ovaj zadatak se ostvaruje putem evidentiranja stanja i kretanja sredstava i njihovih izvora, kao i evidentiranjem i raspoređivanjem troškova po vrstama i mjestima nastajanja, vršenjem analize poslovanja, te izvršenjem raspodjele ukupnog prihoda i obračuna dohotka. Da se poslovi ove službe mogu normalno odvijati i izvršavati zadaci, treba osigurati bezuvjetnu ažurnost. U našim uslovima ažurnost znači i izvršenje analize financijskih rezultata i obračuna u propisanom roku. Da se to postigne potrebno je utvrditi rokove u kojima se moraju obraditi dokumentacije i podaci. U ovoj službi proizvodnja teče kontinuirano, u lancu. Međutim, ne samo unutrašnja organizacija privredno-računske službe, već cirkulacija dokumenata i podataka u čitavom poduzeću mora biti podređena ovom zadatku, t. j. ažurnosti svih dijelova privredno-računske službe i izvršenju obračuna. Svi podaci moraju biti dani tako, da ih privredno-računska služba može koristiti neposredno, ili bar tako da se mogu lako knjigovodstveno obraditi. Stoga pravilno funkcioniranje ove službe ne ovisi samo o radu radnika privredno-računskog odjela, već i o radu drugih službi. Zato u poduzeću treba da postoji skladna suradnja i apsolutna disciplina u međusobnom dostavljanju podataka i dokumenata na rok.

Međutim iako ova služba izvršava navedene zadatke to još uvijek ne znači da je ona izvršila svoj zadatak do kraja. Postavlja se pitanje što je sa kvalitetom ove službe. Kako se suštinski izvršava osnovni zadatak, t. j. ostvarenje društvene kontrole nad poslovanjem. Potrebno je znati koliko su razvijena analitička knjigovodstva pojedinih sintetičkih konta, da li se provodi samo formalna ažurnost i površinsko obuhvatanje poslovnih promjena ili je ova služba obuhvatila sve ono što je doista važno. Treba snimiti, usporediti, a zatim utvrditi do kojih detalja je potrebno, što znači ekonomski opravdano, razvijati ovu službu. Potrebno je utvrditi što je norma ove službe. Ako je neko poduzeće već ispunilo tu normu, ne treba da je prebacuje, jer to nije potrebno, a skupo je. Međutim bit će da nas još ima koji tu normu nismo dosegli. Upravo u kvaliteti obrade, u analitičkim knjigovodstvima, u rokovima obračuna, u utjecaju ove službe na rad poduzeća, u utjecaju na sniženje troškova, u rokovima i načinu izvještavanja organa radničkog upravljanja, u analizi poslovanja koje treba dati odgovor na to, da li se doista upravljanje i pravo korištenja sredstava vrši pažnjom dobrog privrednika, leži suština norme privredno-računske službe. Ne iscrpljuje se ova služba samo u posluživanju radnika osobnim dohocima i urednim imovinsko-pravnim odnosima sa drugima. Ova služba je skupa, o tome nema dvojbe, ali svi fini instrumenti su skupi — no oni su nužni.

Potrebno je da dođe do šire razmjene iskustava. Potrebno je da se vidi i prouči način rada, organizacija i rezultati privredno-računske službe, pa da se onda utvrde zadaci po količini i kvaliteti, t. j. da se utvrdi norma, a nakon toga jednostavno je normirati broj potrebnih radnih sati. Pri tome svakako treba omogućiti relativno nesmetano odvijanje poslova. Smatramo da prilikom utvrđivanja broja radnika privredno-računske službe treba voditi računa o više faktora. Neki od tih su slijedeći:

a) što treba dati ova služba, a ne što se stvarno vrši;
b) struktura osoblja po kvalifikaciji i stažu,
c) stupanj mehanizacije službe,
d) rokovi kalkulacija po ekonomskim jedinicama, te analiza financijskih rezultata i poslovanja uopće,
e) način i rokovi izvještavanja, te pretresanje financijskih izvještaja po organima radničkog upravljanja,
f) organizacija i stanje ostalih službi, te veličina poduzeća i broj zaposlenih,
g) stupanj do kojeg je provedena knjigovodstvena evidencija stvari danih na upravljanje (osnovnih sredstava, alata u upotrebi, sitnog inventara u upotrebi, sredstava zajedničke potrošnje),
h) množina operacija koje treba obaviti zavisno od broja: računa dobavljača, vagona ugljena, primki, izdatnica, vrsta materijala, vrsta alata, doznaka, rokova obračuna, broja i rokova statističkih i anketnih izvještaja, broja isplata osobnih dohodaka (akontacija, redovni obračun osobnih dohodaka, premija na uštedu materijala za preradu, premija za spremnost postrojenja, osobni dohoci iznad ta-

rifnog stava), broja i vrsta ustega od osobnih dohodaka, obračun internih usluga, broj izvadaka iz knjigovodstva i t. d.

i) izostanci zbog bolešti i porođaja.

Za izvršenje poslova privredno-računske službe treba osigurati potreban broj sati rada određene strukture. Pored toga što je privredna organizacija dužna osigurati ostvarenje društvene kontrole nad svojim poslovanjem i omogućiti periodično utvrđivanje rezultata poslovanja potrebno je kod vršenja ovog posla oko utvrđivanja norme privredno-računske službe uzeti u kalkulaciju još i slijedeće:

a) rukovodilac knjigovodstva (privredno-računskog odjela ili računovodstva) odgovoran je za uredno i ažurno vođenje knjigovodstva i sastavljanje periodičnog obračuna i izvještaja,

b) predviđeno je kažnjavanje ako se poslovne knjige ne vode uredno i ažurno i to kažnjavanje ne samo rukovodioca privredno-računske službe i direktora već i poduzeća, što znači svakog radnika,

c) pri vršenju rasporeda čistog prihoda na osobne dohotke radnika i fondove, privredna organizacija je dužna utvrditi u kom dijelu je čist prihod rezultat zalaganja radnog kolektiva, a u kom dijelu je rezultat kretanja na tržištu i općih uslova poslovanja,

d) izvršenje načela izraženog u točci c) podvrgnuto je kontroli društvenih organa (vidi čl. 21—33 a napose čl. 21, 26 i 31 Uredbe o reguliranju odnosa u vezi sa raspolaganjem čistim prihodom i sredstvima privrednih organizacija),

e) u ovoj službi se odražava sva dinamika našeg sistema privređivanja,

f) važnost ove službe je od prvorazrednog značenja za život i unapređenje poduzeća,

g) u izvršenju zadataka privredno-računske službe njen rukovodilac nije osamljen, već u interesu cijelog poduzeća briga o stanju ove službe je dužnost i direktora i upravnog odbora i radničkog savjeta — cijelog radnog kolektiva.

NORMIRANJE RADNE SNAGE U DISTRIBUCIJI ELEKTRIČNE ENERGIJE

Ante Alajbeg, Elektrodalmacija, Split

658.531.007 : 621.316

U elektroprivredi nisu još uvedeni jedinstveni normativi radne snage, nego su se individualni normativi utvrđivali na stečenom iskustvu svakog pojedinog poduzeća. Autor predlaže utvrđivanje normativa radne snage po jedinstvenim načelima i kriterijima za sva elektroprivredna poduzeća.

Privredne organizacije iz grane 111 (proizvodnja, prijenos i distribucija električne energije) nemaju još dosada jedinstvene normative radne snage, naročito ne kod poduzeća za prijenos i distribuciju električne energije. Kod ovih potonjih djelatnost je specifičnog karaktera, jer se sastoji u uzdržavanju postrojenja za prijenos, transformiranje, razvod i predaju električne energije i to kod svakog poduzeća u drukčijim uvjetima (veličina postrojenja, klimatske prilike, raspon mreže, geografske prilike i t. d.).

Elektroprivredne organizacije su dosada utvrđivale svoje individualne normative radne snage na stečenom iskustvu. To su bili dakle iskustveni normativi.

Individualni planovi radne snage, koji su kao elemenat »plaće« sadržani u strukturi cijene pokazivali su kod nekih poduzeća prigodom ostvarenja plana razne rezultate, pa izgleda, da uza svu dokumentaciju nisu realno sastavljeni.

Da bi se omogućilo realnije kalkuliranje plaća u cijeni koštanja, donesen je zaključak, da se pristupi utvrđivanju normativa radne snage po jedinstvenim načelima i kriterijima za sva poduzeća proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije.

Kao što je poznato, prema Zakonu o elektroprivrednim organizacijama (Sl. list 2/58), poduzeća za distribuciju električne energije su komunalne privredne organizacije.

U cilju koordinacije svog rada distributivna poduzeća su osnovala svoja stručna udruženja. Stručno udruženje distributivnih poduzeća Hrvatske imenovalo je posebnu komisiju koja radi na utvrđivanju normativa radne snage.

Normativi radne snage u organizacijama za distribuciju električne energije utvrđuju se po radnim mjestima. Sva radna mjesta podijeljena su u 4 osnovne grupe (*A, B, C, D*), a svaka grupa je podijeljena još i na svoje sastavne dijelove zavisno od radnog procesa intenziteta troškova i podjele rada, kako slijedi:

A = Pogon

1. Transformatorske i rasklopne stanice 1—35 kV
   a) s posadom
   b) bez posade
2. Transformatorske stanice 0,4 kV
   a) gradske
   b) seoske
3. Ispravljačke stanice
4. Dalekovodi 1—35 kV
   a) na drvenim stupovima
   b) na ostalim stupovima
5. Kabelski vodovi 1—35 kV
6. Zračna mreža 0,4 kV
   a) gradska
   b) seoska
7. Kabelska mreža 0,4 kV
8. Javna rasvjeta
   broj rasvjetnih mjesta

9. Instalirana snaga
   a) u gradu MVA
   b) u selu MVA
10. Količina električne energije na mjestima predaje u GWh
11. Tehnička operativa (pogonska uprava)

B = Prodaja električne energije

1. Prijava i evidencija potrošača
2. Evidencija brojila
3. Priključci i izmjena brojila
   a) grad
   b) selo
4. Očitanje brojila, obračun potroška i naplata
   a) potrošači u domaćinstvu — grad
   b) potrošači u domaćinstvu — selo
   c) ostali potrošači
   d) kontrola široke potrošnje
5. Kontrola brojila
   a) velepotrošači
   b) ostali potrošači
6. Operativa prodajne službe (uprava prodaje)

C = Uprava

1. Određeni broj rukovodilaca
2. Ostalo osoblje u odnosu od 1 : 6 na $A + B$

D = Pomoćne djelatnosti

U odnosu od 1 : 10 na $A + B + C$ a to znači da na svakih 10 normiranih radnika odnosno službenika za osnove prema A, B i C dolazi po jedan radnik za pomoćne djelatnosti poduzeća.

Broj ljudi se dobiva na temelju određenih elemenata, a za svaku grupu se to može izraziti formulom i to:

Za grupu A

$$\frac{Ur}{p_1} = \text{broj radnika-godina},$$

pri čemu je Ur — ukupna količina postrojenja izražena jedinicom mjere, p_1 — količina postrojenja izražena jedinicom mjere za jednog čovjeka (radnik-godina).

Za grupu B

$$\frac{Ubp}{bp_1} = \text{broj radnika-godina},$$

pri čemu je Ubp — ukupan broj potrošača električne energije, bp_1 — broj potrošača električne energije predviđen za 1 čovjeka (radnika-godina).

Za grupu C

a) rukovodilaca, određeni broj,
b) ostalog osoblja:

$$rA + rB = \text{broj radnika-godina},$$

pri čemu je rA — broj radnika u grupi A, rB — broj radnika u grupi B.

Iz toga proizlazi, da se »ostalo osoblje« u grupi C (uprava) normira sa 1 : 6 ljudi pogona i prodaje.

Za grupu D

$$\frac{rA + rB + rC}{10} = \text{broj radnika-godina},$$

pri čemu je rC — broj radnika u grupi C.

Osim toga predviđeno je da se normira i broj ljudi za »investiciono uzdržavanje« i to na jedan određeni iznos raspoloživih financijskih sredstava.

Osim principa za jednoobrazno utvrđivanje normativa radne snage u poduzećima za distribuciju električne energije, uvedeni su, s obzirom na specifičnosti uslova rada svakog poduzeća, i »korekcioni faktori« za:

a) atmosferske i geografske prilike,
b) komunikacije,
c) starost postrojenja.

Korekcioni faktori izražavaju se u %.

Osim navedenih korekcionih faktora predloženo je da se uvede i korekcioni faktor za bolovanja i dopuste.

Primijetiti treba, da se u ovoj fazi normiranja radne snage u distribuciji, utvrđuje samo broj radnika a ne i njihov kvalifikacioni sastav. Analitička procjena radnih mjesta će utvrditi težinu i kvalitet radnih mjesta.

Akcija za utvrđivanje jedinstvenih normativa radne snage u distribuciji predstavlja jedan korak dalje na području racionalizacije ove djelatnosti elektroprivrede.

Pedeset godina termoelektrane Rijeka

9. svibnja 1908. godine stavljena je u pogon termoelektrana Rijeka, smještena u neposrednoj blizini izvora Zvir. Ta je centrala, uz izvjesne rekonstrukcije, i danas u pogonu. U prvom momentu radila je u paraleli sa ranijom riječkom centralom »Ponsal«, a 21. srpnja 1908., kada je centrala »Ponsal« stavljena izvan pogona, samostalno je preuzela opskrbu riječkog područja električnom energijom.

Početni izgled TE Rijeka

Riječka termocentrala, kada je stavljena u pogon, raspolagala je sa tri kotla sistema »Babkock-Wilcox«, ogrjevne površine od po 300 m². U samoj centrali bila su dva jednaka turboagregata. Turbine proizvodnje »Erste Brünner Maschinenfabrik-Gesellschaft« spojene sa generatorima »Ganz« od po 1500 kVA, 5 kV, frekvence 42 Hz. Slijedećih godina upotpunjena je kotlovnica sa daljnja tri kotla, jednaka prethodnima, koji su ugrađeni godine 1911. i 1912. Ugradnjom dvaju kotlova 1912., kotlovnica je poprimila izgled, kakav je zadržala do danas. Izuzev redovnih remonta, kotlovi su u pogonu već pedesetak godina.

Prvih godina vršilo se napajanje riječkog područja sa 4 kabela, svaki presjeka od 3×70 mm² Cu, koji su završavali u transformatorskoj stanici, smještenoj približno nasuprot današnjoj riječkoj Rafineriji nafte. Dva kabela su bila po čitavoj dužini istog presjeka, dok je kod druga dva presjek negdje oko polovine smanjen na 35 mm². Duž trase kabela bile su četiri transformatorske stanice omjera prijenosa 5/2 kV, iz kojih se vršilo napajanje ranije postojeće jednofazne kabelske mreže od 2 kV, podignute za opskrbu gradskog središta električnom energijom iz prijašnje centrale »Ponsal«. Ta mreža je tokom godina postepeno zamijenjena novom trofaznom kabelskom mrežom.

Već prvih godina počeo je značajan porast potrošnje električne energije. To je ponukalo komunalno poduzeće da već 1913. ugradi u centralu još jedan turboagregat, snage 1600 kVA, za koji je, kako turbinu, tako i generator, isporučila ista grupa tvornica, kao i za već postojeća 2 turboagregata.

Godine 1908. potrošak energije iznosio je oko jedan milijun kWh, a pred sam početak prvog svjetskog rata porastao je na preko 7 milijuna kWh. Godine 1905. u gradu Rijeci ukupno instalirana snaga svih vrsta motora u industriji i obrtu iznosila je 4.260 KS. Od toga su najveći dio bili parni motori preko 50 KS, a elektromotori bili su zastupani sa svega 195 KS instalirane snage ili 4,5% u ukupnoj motornoj snazi. Iste godine, t. j. 1905., počeli su se izrađivati projekti za novu termohidrocentralu. U ekonomskom dijelu elaborata, kojim se pravdala izgradnja termo-hidrokombinata, od koga je realizirana samo TE Rijeka, pravdalo se predloženo rješenje slijedećom činjenicom:

Razvoj industrije moguć je sa dovoljno energije. Jeftinu energiju može se dobiti samo kombiniranim termo- i hidropostrojenjem. Kada potrošač uvidi, da mu je jeftinije uzimati električnu energiju iz mreže, napustit će vlastite parne i gasne motore. Proračun je ukazivao na činjenicu, da bez sniženja cijene nema većeg plasmana energije.

Upravo nagli porast, koji se za 7 predratnih godina praktično povećao za 7 puta ukazuje, da je centrala uspjela da niskom cijenom pridobije potrošače i istisne iz pogona parne, benzinske, gasne i petrolejske motore. Ne će biti bez interesa spomenuti, da je Rijeka imala tramvaj od 7. studenoga 1899. godine. Pokretan je bio iz posebne električne centrale, postavljene uz samu remizu, koja se nalazila na današnjem Školjiću, na mjestima trolejbusnih spremišta. Ova centrala raspolagala je sa dva parna kotla i dvije turbine, koje su preko remenica pokretale dva istosmjerna generatora snage po 60 kVA. Budući da je riječki tramvaj 1906. prešao u vlasništvo općine, napuštena je tramvajska centrala odmah nakon stavljanja u pogon TE Rijeka, a za potrebe tramvaja uz novu TE Rijeka podignuta je ispravljačka stanica.

Tokom 1919. i 1920. godine, kako bi se poboljšao stepen iskoristivosti, ugrađen je uz TE Rijeka ekonomajzer, koji je isporučila bečka tvrtka »GEFIA«. Kako starih 6 kotlova nisu imali ekonomajzera, to je svih 6 kotlova priključeno na zajednički ekonomajzer, koji je također do danas u pogonu.

Rat, a zatim odcjepljenje Rijeke od svog prirodnog zaleđa, prouzrokovao je u Rijeci priličnu stagnaciju. To je našlo odraza i u potrošku električne energije. Godine 1924. je potrošak praktički bio skoro isti, kao i posljednje predratne godine.

Godine 1923. počinje se u Rijeci uvoditi prvi puta i javna električna rasvjeta. Ranije to nije bilo moguće, jer je koncesionar javne rasvjete bilo plinsko društvo. Te godine je došlo do sporazuma o preuzimanju plinare u općinske ruke, a time je bilo omogućeno prijeći na električnu rasvjetu, jer je time izgubila važnost koncesija, dana plinskom društvu za jedino pravo postavljanja rasvjete u gradu Rijeci. Posljednje plinske svjetiljke nestale su na Rijeci tek godine 1939.

Normalni porast potrošnje uslovljavao je i povećanje kapaciteta ove centrale. Raspoloživi kotlovski kapacitet bio je veći od instalirane snage turboagregata. Stoga se logično nametnula ugradnja novih, ekonomičnijih agregata. Godine 1929. demontiran je drugi agregat riječke termocentrale, te je na isto mjesto postavljen novi od 4.000 kVA. Turbina je bila od tvrtke »TOSI-Legnano«, a generator od budimpeštanskog »Ganz-a«. Dvije godine kasnije počela je demontaža i prvog agregata, te je na njegovo mjesto postavljena nova grupa »Tosi-Ganz« od 6.000 kVA. Oba ova agregata su do danas u pogonu. Treći agregat iz godine 1913. demontiran je godine 1954., nakon što je izvršen prijelaz frekvence sa 42 na 50 Hz, jer se nije mogao preurediti na novu frekvencu.

Postaje uočljivim da je sada snaga agregata prerasla raspoloživi kotlovski kapacitet.

Bez obzira na prednje, TE Rijeka je zadovoljavala tadanjim potrebama Rijeke s time, da je od 1. svibnja

1931. preuzela opskrbu područja Opatije, Lovrana i Medveje, koje je prije bilo napajano iz opatijske Diesel-elektrane. Zanimljivo je, da je Opatija imala do godine 1931. pogonsku frekvencu 50 Hz, a tek kada je ponovno tokom 1938. i 1939. DE Opatija stavljena u stanje rezerve, preuređena je i rekonstruirana za 42 Hz. Pripajanjem navedenih područja riječkoj mreži proširio se potrošački krug. Uzmemo li u obzir, da je TE Rijeka povremeno davala električnu energiju i na sušačku stranu, na primjer od 1930. do 1934. godine, opažamo da se je njen potrošački rajon sve više širio. Nešto prije početka drugog svjetskog rata bile su nabavljene ponude za ugradnju jednog jačeg kotla. Tada je došlo do proširivanja mreže sjeverotalijanskog sistema prema Rijeci i stavljanja u pogon TS Matulji 28. listopada godine 1940. Time je TE Rijeka stavljena u stanje hladne rezerve, da bi tek poslije Oslobođenja ponovno dobila povećanu ulogu s obzirom na nagli porast potrošnje u riječko-istarskom bazenu.

Za dobivanje cjelovitije slike spomenut ćemo, da je u početku upotrebljavan za pogon visokokalorični engleski ugalj. Nastupom prvog svjetskog rata ponestalo je tog ugljena, pa da bi se moglo udovoljiti potrebama, prešlo se na raški ugalj u mješavini sa mrkim ugljenom iz Siverića. Ova mješavina upotrebljavala se sve do 1949. Tada se prešlo na kombinacije raznih mrkih ugljena. Nakon remonta kotlova tokom 1956. i 1957. ponovno se prešlo na čisti kameni ugalj iz Raše.

Promijenjena uloga TE Rijeka

Stupanjem na snagu mirovnog ugovora i definitivnim vraćanjem Rijeke Jugoslaviji 15. rujna 1947., počinje novi rad u TE Rijeci. Postepenim odvajanjem istarskog područja od sjeverotalijanskog energetskog sistema i uklapanjem ovog područja u jugoslavenski energetski sistem, TE Rijeka dobiva određenu ulogu dopunske elektrane, čiji je značaj naročito važan u periodu definitivnog uklapanja u novi sistem. Razlika frekvence otežavala je uklapanje Istre i Slovenskog Primorja u sistem Jugoslavije, pa se je prijelaz trebao vršiti postepeno. TE Rijeka dobiva u tom periodu ulogu izvora, koji mora kao posljednji ostati paralelno povezan sa sjeverotalijanskim energetskim sistemom i opskrbljivati one potrošače, čiji je prijelaz zahtijevao dulji vremenski period. Među ove su spadali i ugljenokopi Raše. Veći dio riječko-istarskog područja prešao je u studenom 1951. na 50 Hz. Dio područja je i nadalje ostao da radi sa 42 Hz. Prvi agregat u TE Rijeci koji se prilagodio novim uslovima, je manji agregat koji nosi oznaku II. Na 29. srpnja 1953. on je ušao u pogon sa 50 Hz, a time se i TE Rijeka definitivno uključila u energetski sistem Jugoslavije. Dne 8. ožujka 1954. je veći agregat rekonstruiran i stavljen u pogon na 50 Hz, budući da je od listopada 1953. čitavo riječko-istarsko područje proradilo na 50 Hz i bilo definitivno uključeno na sistem Jugoslavije.

To su godine naglog porasta potrošnje, čestih redukcija zbog manjkova električne energije, a za TE Rijeku predstavljale su kritične godine rada. Nekoć lokalna centrala, kasnije hladna rezerva na kraju jednog energetskog sistema, čiji izvori su bili u velikoj udaljenosti, našla se unutar sistema u formiranju, kao dopunska centrala time, da u neposrednoj blizini postoji i jedna jaka nova vršna hidrocentrala. Rasklopno postrojenje nije više odgovaralon ovim uslovima, i zahtijevalo je izmjene. Da bi se pristupilo rekonstrukciji uklopnice, poduzimane su mjere tokom nekoliko godina, ali pitanje osiguranja potrebnih financijskih sredstava stalno je odlagalo rješenje. Tokom proljeća 1954. dolazi do zatvaranja 110 kV sistema Hrvatske i Slovenije sa strane Matulja. Iste godine, 3. listopada, uslijedila je u 12 sati i 30 min. eksplozija jedne sklopke u uklopnici, koja je za sobom povukla eksploziju daljnjih dviju sklopki, a požar je uništio uklopnicu. Zahvaljujući intervenciji pogonskog osoblja požar je lokaliziran i pogašen. Time se spriječilo daljnje eksplozije i proširenje vatre na druge dijelove centrale. Dva i pol mjeseca kasnije centrala je ponovno proradila sa provizorno izgrađenom uklopnicom, jer je mreža tražila energiju. Istodobno su počeli radovi na izgradnji nove uklopnice, koja je postepeno stavljana u pogon tokom mjeseca prosinca godine 1956.

U međuvremenu, t. j. 12. travnja 1955., putem 30 kV voda spojena je ova centrala neposredno na 30 kV TS Turnić u Rijeci, odakle ima neposrednu vezu na čvornu stanicu sistema u riječkom području, TS 110 kV Matulji.

Kritičnih godina za opskrbu energijom pojavljivala su se daljnja dva problema, i to pitanje opskrbe ugljenom, kao i pitanje osposobljenja punog kapaciteta. Posljednjih godina riješeni su i ti problemi. Pod kraj 1955. remontirana su dva, a tokom 1956. i ostala 4 kotla stare kotlovnice s time, da se prešlo u potpunosti na kameni ugalj, imajući u vidu, da je pred pedeset godina ova centrala bila izgrađena za visokokalorične ugljene, a da se kasnije samo zbog nužde prešlo na mješavine kamenih i mrkih. Ugljen se sada dovozi iz manjih udaljenosti, i u manjim količinama ovom pogonu. Mrki ugljeni, koji su često predstavljali poteškoću, otpali su u cijelosti. Umjesto ugljena iz 15 rudnika, sada se opskrba vrši iz jednog ugljenokopa. Istovremeno pronađeno je i racionalno te ekonomski opravdano rješenje za rekonstrukciju kotlova u novoj kotlovnici, koji su godinama bili izvan pogona. Ugradnjom novih roštilja, ekranizacijom ložišta, te izvjesnim daljim rekonstrukcijama, uz ukupne troškove od oko 35 milijuna dinara, osposobit će se spomenuti kotlovi za pogon. Roštilji su dobiveni iz jedne industrijske rashodovane centrale, a upravo su služili u kotlovima, koji su upotrebljavali isti kameni ugalj kao i ostalih 6 kotlova TE Rijeke. Ovaj rad izvodi se vlastitim financijskim sredstvima. Započeo je tokom 1957. godine, a svršit će se u I. polugodištu godine 1958. Pedesetgodišnjicu postojanja dočekat će TE Rijeka spremna za veći pogon, nego ikada ranije, te će biti u mogućnosti, da u slučaju potrebe stavi sistemu na raspolaganje punu snagu svojih turboagregata.

Kretanje proizvodnje

Zanimljivo je razmotriti kretanje proizvodnje TE Rijeka, tokom 50 godina njenog postojanja. Imajući u vidu, da je već početkom ovog stoljeća Rijeka bila značajni lučki grad sa industrijom u povojima, djelomično

kretanje proizvodnje energije u TE Rijeka ukazuje na put razvoja riječke privrede. Isto tako pokazuje nam to i posljedice, koje je prvi svjetski rat imao na grad Rijeku, i na njeno otuđenje od prirodnog zaleđa.

Prije prikaza proizvodnje u nekim godinama navest ćemo još, da je TE Rijeka tokom svog pedesetgodišnjeg postojanja proizvela oko 465 milijuna kWh. To izgleda mala brojka u odnosu na suvremena proizvodna postrojenja, koja proizvode tokom godine dana na stotine milijuna kWh. Međutim, to je značajna brojka za jednu pedesetgodišnju centralu, koja je započela svojom proizvodnjom u vrijeme, kada je na njenom opskrbnom području bilo ukupno instalirane snage elektromotora od maksimalno 200 kW.

U tabelarnom pregledu dajemo proizvodnju po godinama, i to između 1908. i 1939. za pojedine karakteristične godine, a zatim redom za sve godine.

Godina	Godišnja proizvodnja (kWh)	Godina	Godišnja proizvodnja (kWh)
1908	1.000.000	1946	2.265.40
1909	3.479.385	1947	2.809.600
1914	7.137.115	1948	110.100
1924	8.633.600	1949	15.334.904
1934	14.385.900	1950	11.762.122
1939	18.979.100	1951	11.318.931
1940	22.997.000	1952	9.653.296
1941	4.021.400	1953	11.806.784
1942	436.000	1954	16.429.516
1943	318.100	1955	26.303.081
1944	3.507.800	1956	23.966.765
1945	1.530.500	1957	17.032.830

Porast do 1940. prikazuje period rada TE Rijeke, kao samostalnog izvora napajanja svog područja. Krajem 1940., kada je područje Rijeke i Kvarnerske Rivijere priključeno na energetski sistem, a TE Rijeka ušla u hladnu rezervu, proizvodnja spada skoro na nulu, jer je centrala radila samo u slučaju prekida na prenosnim vodovima. Pod kraj rata, proizvodnja raste zbog čestih kvarova na vodovima, ali je ona još uvijek daleko ispod ranije proizvodnje. Prvih godina iza Oslobođenja, dok se vršila obnova industrije, proizvodnja TE Rijeke još je malena, da kasnije u periodu svoje pretvorbe u dopunski izvor počne naglije rasti. Najveću proizvodnju od svog postanka imala je TE Rijeka godine 1955., te je tada nadmašila i vrijeme kada je samostalno vršena opskrba riječko-opatijskog područja samo iz ove centrale.

Nameće se pitanje, kakva je perspektiva ove centrale. Imajući u vidu da je TE Rijeka stara centrala, malenog kapaciteta, čija je proizvodna cijena relativno visoka u odnosu na moderne centrale, njena uloga ostaje još i dalje značajna. TE Rijeka treba da u kritičnim momentima, kada je manjak energije u sistemu, dade maksimalno moguću proizvodnju, a obzirom na njen periferni smještaj, to je od posebne uloge. Pretpostavlja se slijedećih godina daljnje smanjenje godišnje proizvodnje, ali zato još uvijek nije došlo vrijeme da iziđe izvan pogonske spremnosti, jer još uvijek ima momenata, kada nedostaje energije sistemu i kada svaki reducirani kWh predstavlja gubitak za privredu.

Na kraju se može reći, da je TE Rijeka tokom 50 godišnjice svog postojanja, ne samo ispunila ulogu, koja joj je bila namijenjenna prilikom stavljanja u pogon, već da ju je i znatno premašila. Rijetko se može naći izvor električne energije, koji je nakon 50 godina rada, iako dijelom zamijenjen i rekonstruiran, u pogonu. Prva tri kotla, koja su proradila godine 1908. i danas su u pogonu, iako su turboagregati novi.

Svojim ulaženjem u pogon godine 1908. doprinijela je TE Rijeka prodoru korištenja električne energije u industrijske svrhe. Zahvaljujući proizvodnji ove centrale širio se krug potrošača, da bi 1940. opskrbno područje sezalo s jedne strane do Lovrana, a s druge povremeno do Kraljevice. Zahvaljujući njenom postojanju, bilo je moguće prvih godina poslije Oslobođenja zadovoljavati povećanim potrebama industrije, koja se podizala na novooslobođenom području, postepeno se izdvojiti iz sjeverotalijanskog sistema, izvršiti prijelaz frekvence, te konačno — u godinama pomanjkanja električe energije zbog nestašice izvora i prenosnih mreža (period njihove izgradnje) — prebroditi krizu, koja se naročito osjećala u riječko-istarskom području. Prema tome može se na kraju zaključiti da je TE Rijeka, tokom svog 50 godišnjeg opstanka u cijelosti ispunila ulogu i doprinijela elektroprivrednom razvoju Rijeke i riječko-istarskog bazena.

Dušan Kirinčić, Elektrana, Rijeka

Gradnja pokusne dionice dalekovoda 220 kV na području Zrmanje

Otpočela je gradnja dalekovoda 220 kV kao pokusne dionice u Zrmanji, sa zadatkom da bi se prije izvedbe *Jadranske magistrale* DV 220 kV Mraclin-Split, dobili izvjesni podaci o klimatskim uslovima, što je važno s obzirom na mehaničko dimezioniranje pojedinih elemenata.

Za pokusnu stanicu izabran je sektor Zrmanje, kao najteži dio magistrale po klimatskim uslovima, koji je poznat po snažnim burama i velikim snježnim nanosima.

Usvojena je lokacija trase zapadno od željezničke pruge i ceste Knin—Gračac, odnosno sjeverozapadno od željezničke stanice Zrmanja i mjesta Otrići.

Dužina eksperimentalnog dalekovoda je 1306 m, a teren je kamenjar, prilično jednoličan.

Vodiči će biti: prva trojka od alučeličnih vodiča, 3 × 340/110 mm², puno uže, a druga trojka od alučeličnih vodiča 2 × 3 × 240/79 mm², a vodiči su u snopu. Stupovi su čelično-rešetkasti, i to 5 nosnih stupova s dvije trojke smještene u dvije visine sa zaštitnim užetom na vrhu, materijal Če II 1 × 95 mm².

Izolatori su porculanski, domaće proizvodnje K — — 170/280, a ovjesni materijal *Salvi* u raznim kombinacijama.

Projekt za ovu dioniccu DV 220 kV izradilo je poduzeće *Dalekovod*, koje izvodi građevne i montažne radove, dok je investitor Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.

Nakon izgradnje ovog dijela voda vršit će se promatranje, kako bi se prije izgradnje *Jadranske magistrale* mogli koristiti dobiveni rezultati. Budući da je ova probna dionica dio DV 220 kV Mraclin—Split, čija je trasa na ovom dijelu fiksno postavljena, to će, ako pretpostavke ostanu iste nakon razrade glavnog projekta toga dalekovoda, izgrađena dionica u Zrmanji ostati kao definitivna.

I. R.

Cijena električne energije i ljudski odnosi u elektroprivredi

Rezime sa I. Internacionalnog kongresa elektroprivrednih poduzeća, održanog od 16. do 20. lipnja 1958. u Liège-u

Kongres je održan na inicijativu *ALE* — Association Liégeoise d' Electricité — Liješkog elektroprivrednog udruženja (Liège, Belgija), koje je organizacijom ovog kongresa dalo istaknuti značaj proslavi 35-godišnjice svog osnutka.

Obje u naslovu ovog članka imenovane teme tretirane su široko, t. j. pod svim vidovima od upliva na cijenu energije odnosno na ljudske odnose kod elektroprivrede. Kongres se osvrnuo i na dvije materije koje su u uskoj vezi sa glavnim temama, i to na:

— Predviđanje utjecaja primjene nuklearnih procesa na cijenu energije i na razvoj ljudskih odnosa u svijetlu svjetske politike;

— Realizacije *TVA* — Tennessee Valley Authority (Ustanova za Tenesi-Dolinu-SAD), kao na primjer kompleksnog tretiranja privrednih i energetskih problema za široka područja.

Ovakav program imao je za posljedicu, da su se izvjestioci i učesnici kongresa regrutirali iz redova tehničara, ekonomista i sociologa. Ovakav trojni sastav po strukama dao je poseban značaj kongresu u Liège-u, kao prvom te vrste. Bilo je 265 učesnika, od toga 15 izvjestilaca, među kojima i autor ovog prikaza.[1]

Kongresu su bili podneseni izvještaji o cijeni električne energije za ove zemlje: F R Njemačku, Austriju, Francusku, Italiju, Holandiju, Portugal, Švajcarsku, Jugoslaviju i Belgiju. (Redoslijed alfabetskim redom po francuskim nazivima zemalja, osim za Belgiju, koja je bila domaćin).

Na kongresu su učinjena ova *najvažnija zapažanja i konstatacije* što se tiče cijene električne energije i ljudskih odnosa *za elektroprivredna poduzeća:*

1) Načelna razlika između poduzeća iz sektora kolektivne privrede i ostalih leži u cilju privredne djelatnosti: u prvom slučaju to je služba javnosti, a u drugom slučaju to je profit, dok je služba javnosti samo sredstvo za polučivanje profita kad se radi o elektroprivredi. — Nasuprot tome, u slučaju da se radi o elektroprivrednom poduzeću iz sektora kolektivne privrede, profit je tek jedno od mjerila za visinu polučenog uspjeha u služenju općim interesima, i to jedino ako je polučen na osnovu konsekventno i do kraja provedenog sistema ekonomskih cijena. — Bit razlike leži u duhu koji inspirira privrednu djelatnost u jednom i u drugom slučaju.

2) Elektroprivreda napreduje brzim koracima u svim zemljama za koje su bili izneseni izvještaji. Značaj elektroprivrede postaje sve to veći za opći društveni život, a napose za privredu i za narodno blagostanje u tim zemljama.

3) U pomenutim zemljama postoji jaka tendencija za postepeni prijelaz elektroprivrede u javne ruke, ili u sektor kolektivne privrede, ako to već nije postignuto u cijelosti. U zemljama u kojima elektroprivreda nije u rukama javnih vlasti ili javnih kolektiviteta, postoji kontrola elektroprivrede po vlastima ili po javnosti.

Gornja razvojna tendencija naročito je snažna u Belgiji, iako postoji poseban organizam državne Uprave za kontrolu elektroprivrede.

4) U većini zemalja u opadanju je realna cijena električne energije kod zadnjeg potrošača.

Nade u poopćenje ove pojave na sve zemlje opravdava nova tehnika nuklearne proizvodnje energije.

5) Financiranje izgradnje elektroprivrednih postrojenja za sve to veći obim potražnje, predstavlja poteškoće u svim zemljama. Svaka zemlja rješava taj problem na svoj način, prilagođen njenim okolnostima.

Napose je interesantan način pristupanja ovom problemu:

— U F R Njemačkoj, gdje se favorizira izgradnja vlastitim financiranjem — iz amortizacijskih fondova. U tu svrhu primjenjuje se degresivna amortizacija, postavljena tako da se povećavaju uplate u amortizacijske fondove za cjelinu elektroprivrede dok traje njen brz razvitak. Uz to se tim načinom smanjuju porezi za ovu granu. Pod brzim razvitkom smatra se napredak po stopi godišnjeg porasta većoj od 5%/god.

— U Belgiji se preko $^4/_5$ nove izgradnje elektroprivrede financira iz vlastitih čistih prihoda i iz fondova te industrije.

6) Elektroprivreda treba da nastoji da se upotrebom električne energije u što većoj mjeri doprinese povećanju općeg blagostanja, brinući se kod toga, da se ta energija ne troši na način i za svrhe koji ne bi bili u skladu s općim interesima, t. j. koji ne bi predstavljali dobro gospodarenje energijom.

Oba gornja cilja mogu se najbolje postići primjenom prodajnih tarifa, kod kojih se svaka usluga u energiji plaća upravo po cijeni njenog koštanja, uzimajući kod proračuna tog koštanja u obzir troškove u budućem razvoju elektroprivrede. Prodaja može se vršiti i srazmjerno cijeni koštanja svake pojedine usluge, povoljan efekt ne će biti izmijenjen, ako faktor srazmjernosti nije mnogo veći od 1. U elektroprivredi ovaj faktor rijetko prelazi 1,1.

U svim zemljama za koje su izvještaji podneseni Kongresu, tarifna politika razvija se u gornjem smjeru. Vjerojatno je, da je najdalje doprla na tom putu *Electricité de France*, koja svoje tarife priprema na osnovu studija po teoriji marginalnih cijena.

7) Korisno je i potrebno da u svim zemljama:

— Elektroprivreda što potanje izvješćuje javnost o svom poslovanju, o svojim problemima i namjerama za budućnost;

— Elektroprivreda upućuje javnost o tarifama, o primjeni električne energije, o rukovanju električnim aparatima i instalacijama, o opasnostima od elektrike i o zaštiti od tih opasnosti;

— Da kod gornjega, elektroprivreda računa sa niskim nivoom znanja i razumijevanja na koji se može naići kod pojedinaca i široke javnosti;

— Da u svojim odnosima sa pojedincima iz široke javnosti elektroprivreda nastupa sa puno takta, razumijevanja, nastojeći uvijek da održi što bolje odnose među ljudima.

Izvjestilac A. Angelopoulos iznio je, uz nekoliko razmatranja i dokumentarnih podataka o nuklearnoj energiji i elektroprivredi, glavne ideje iz svoje knjige: *Hoće li atom ujediniti svijet?*[2] Ovaj je problem razmotren pod četiri vidna ugla. Prvi aspekt problema — Nuklearna energija i demografski problem svijeta, osniva se na procjeni UN da će svijet god. 2000. imati 5 milijardi stanovnika. Analizirajući privredni razvoj u smjeru — Nove raspodjele svjetskih bogatstva, izvjestilac je iznio ovo predviđanje za evoluciju raspodjele svjetske proizvodnje, u omjernim brojevima:

---

[1] Vidi skraćeni prijevod izvještaja ing. Leskovara *Cijena električne energije u Jugoslaviji* u Energiji 1958, str. 7-8.

[2] Angelos Angelopoulos: *Will the Atom Unite the World?*, Ed. The Bodley Head, London, 1957.

	1952.	1975.	2000.
Svijet	100	100	100
S. A. D.	43	25	10
Evropa	25	20	17
Azija	10	30	50
Ostalo	22	25	23

Razmatrajući — Upliv atomske energije na transformaciju karaktera industrijskog kapitalizma, izvjestilac je iznio svoje predviđanje da će se u daljem razvoju morati približiti po svom unutarnjem značenju kapitalizam i komunizam, postepenom evolucijom svojih strukturnih osnova. Konačno, A. Angelopoulos je izložio svoja razmatranja u pogledu političkog razvoja svijeta do 1975., sa zaključkom da će atom nametnuti aktivnu koegzistenciju Zapadnom i Istočnom bloku i tako pripremiti put ujedinjenju svijeta.

Iz množine podataka i informacija u izvještaju H. J. Binghama o *Tennessee Valley Authority*, s naslovom: *TVA ili 25 godina napretka u nerazvijenom području*, probiremo slijedeće:

TVA slavi ove godine 25 godina svoga opstanka i stvaranja. Zakonom iz 1933. o osnivanju TVA išlo se za stvaranjem ustanove koja bi uz ograničena prava kao upravna vlast imala veliku elastičnost i mnogo slobodne inicijative u poslovanju. Glavni zadaci TVA su ovi: (1) maksimalno moguća zaštita od poplava; (2) što veći razvitak riječne plovidbe; (3) što veći obim proizvodnje električne energije u skladu sa kontrolom velikih voda i s plovidbom; (4) povoljno korišćenje zemlje u slivu; (5) pošumljavanje; (6) ekonomsko i društveno blagostanje stanovnika iz sliva Tennessee-rijeke; (7) javna služba proizvodnje i prijenosa za svu električnu energiju u slivu i u okolnim područjima, s ukupnom površinom od 207 000 km² (81% površine Jugoslavije). TVA ne vrši distribuciju, ali određuje sporazumno s poduzećima za razvod prodajne cijene za konzumente.

Udruženi sistem za sprečavanje poplava obuhvaća danas 43 brane u slivu Tennessee, kojima upravlja TVA, iako nije vlasnik dobrog dijela ovih objekata. Dosada je ovaj sistem smanjio štete od poplava u svom slivu i u nizvodnim područjima za vrijednost procijenjenu na oko 79 milijardi dinara[3], što predstavlja 70% od investiranih osnovnih sredstava za zaštitu od poplava, kao dijela ukupnih investicija za višenamjenska hidropostrojenja. Sa protocima upravlja se centralno, pritiskom na pojedina dugmeta, te se tako drže na najboljem mogućem nivou uslovi za plovidbu i zaštita od poplava.

Godine 1957., uštede polučene u transportnim troškovima prevoznih poduzeća iznosile su 11,5% od investicijskog iznosa koji tereti plovidbu.

Krajem 1957., TVA imala je 9 889 MW instalirano u svojim hidro- i termoelektranama, a proizvela je 61,425 TWh,[3] sa trajanjem upotrebe od 6 210 h/god. Još 1950. bilo je u hidroelektranama instalirano 90% ukupne snage instalirane u elektranama TVA. Omjer se okrenuo u korist termoelektrana, u kojima je bilo instalirano 1957. godine 70% ukupne snage. TVA ulaže velike svote u istraživanja i studije. Naručena su dva turboagregata, svaki od 550 MW. Kod TVA montira se veliko elektronsko računalo, za koje će TVA plaćati mjesečnu najamninu od 30 milijuna dinara.[4] Računa se, da će primjenom ovog računala biti za 2% povećan ukupan stepen djelovanja cijelog sistema kontrole protoka, te proizvodnje i prijenosa električne energije, kojima upravlja TVA.

U postrojenja TVA investirane su 882 milijarde dinara.[3] Prosječna cijena prodaje na v. n. bila je 1957. Din 25,90/kWh,[3] dok je prosječna cijena za domaćinstva, pod n. n., bila te godine Din 5,90/kWh.

[3] Preračunato po omjeru 600 dinara = 1 dolar.
[3] 1 TWh = 1 milijarda kWh
[4] Preračunato po omjeru 600 dinara = 1 dolar

Direktor sektora Energija od TVA — G. O. Wessenauer, predviđa da će konzum električne energije u Dolini Tennessee porasti u idućih 25 godina na 250 TWh (god. 1983.), što odgovara prosječnom godišnjem porastu od 5,6%, odnosno udvostručenju u 12,8 godina. Od 1933. do 1957. prosječni godišnji porast proizvodnje električne energije iznosio je preko 16,7%, čemu odgovara udvostručenje tokom svakih 4,5 godina. TVA polučila je zamjerne uspjehe na svih sedam područja svoga djelovanja.

Na zaključnom zasjedanju kongresa u Liège-u bilo je konstatirano, da je kongres bio vrlo plodonosan, i da treba nastaviti započeto djelo na tom području. Prikladna organizaciona forma tražit će se putem konsultacije elektroprivrednih poduzeća. Jedan od predviđenih oblika je osnivanje posebne sekcije unutar organizacije CIRIEC.[5] Primjećujemo da će se naredni kongres CIRIEC-a održati tokom druge polovine maja 1959. u Beogradu.

Nekoliko zapažanja o Liège-u, Belgiji i Svjetskoj izložbi 1958.

Liège (Liježe) je starodrevan grad sa modernim blokovima, na ušću Ourthe-e (Urta) u Meuse-u (Meza). Ima 180.000 stanovnika, a središte je industrijskog, ugljenarskog i privrednog revira od pola milijuna stanovnika. Ovaj kraj dao je čovječanstvu Karla Velikog u VIII. stoljeću, i u XIX. v. Z. Gramme-a (Gram), konstruktora prvog industrijskog generatora struje. Liège je okružen samim ugljenicima. Stambeno pitanje riješeno je nakon rata komunalnom, zadružnom i privatnom izgradnjom. Kolektivna privreda jako je razvijena u Liège-u.

Liège

[5] CIRIEC — Centre International de Recherches et d'Information sur l'Economie Collective (Internacionalni centar za istraživanja i za informacije o kolektivnoj privredi), — sa sjedištem u Ženevi (Kraticu čitaj *Sirijek*).

Belgija je dvojezična zemlja. Etnička granica između Flamanaca i Valonaca geografski se nije pomakla zadnjih hiljadu godina. Belgijanci su narod koji se odlikuje naročitim taktom u ljudskim odnosima. Klima je u Belgiji vrlo vlažna. Kiša često sipi preko cijelog dana i usred ljeta. Vlažne godine su slabe godine za belgijsku poljoprivredu. Grožđe, jagode, rajčice i t. d. uzgajaju u grijanim staklenicima. Životni standard je vrlo visok: usluge su skupe, cijene industrijskih serijskih proizvoda standardne kvalitete i mliječnih proizvoda normalne su po našem mjerilu, jeftino je jedino tropsko voće koje dobivaju iz Belgijskog Konga.
Svjetska izložba 1958. u Bruxelles-u. Nekoliko svjetskih izložbi završilo je financijskim neuspjehom. Belgijanci ulažu mnogo napora da tako ne bude sa ovogodišnjom izložbom u Bruxelles-u. Tako će na pr., za trajanja izložbe, u Belgiji biti održano oko sto internacionalnih kongresa. Belgijanci povećavaju na taj način broj posjetilaca Svjetske izložbe. Za električare naročito su interesantni ovi objekti na izložbi 1958.: Originalni rotor ACEC-ovog turbogeneratora od 125 MW u kompletnom razrezanom modelu tog generatora, u prirodnoj veličini. Modeli nuklearnih reaktora i postrojenja u atomiumu, i u paviljonima: SAD, Engleske, Francuske i drugim. Televizija u boji u paviljonu SAD. Naučni eksperimenti u Palači znanosti.

Ing. Marijan Leskovar

Elektroprivreda Hrvatske u 1957.

1. Organizaciona situacija

Elektroprivredu Hrvatske sačinjavaju uglavnom poduzeća udružena u *Zajednicu elektroprivrednih poduzeća Hrvatske* i manjim dijelom lokalne elektrane, kao i vlastite elektrane nekih većih tvornica. *Zajednica* je osnovana 6. 4. 1954., te prema tome izvještajna godina predstavlja njenu treću poslovnu godinu.
Zajednica objedinjuje još u toj godini svu djelatnost grane 111 (proizvodnja, prijenos, razvod i distribucija) udruženih poduzeća u 24 poduzeća, od kojih je 4 čistih proizvodnih poduzeća, 13 distributivnih i 7 mješovitih poduzeća.

U izgradnji su slijedeća poduzeća: *Dalmatinske hidroelektrane* sa sjedištem u Splitu, *Hidroelektrana Gojak* sa sjedištem u Ogulinu i *Termoelektrana (toplana) Zagreb II* u Zagrebu.

Zajednicom upravlja upravni odbor od 25 članova (po 1 predstavnik od svakog poduzeća i glavni direktor) sa stalnim komisijama: 1) stručni savjet, 2) tarifni odbor, 3) komisija za financije, 4) komisija za plan, 5) energetska komisija, 6) komisija za sistematizaciju i platni sistem, 7) komisija za stipendije, 8) za investicije, 9) disciplinski sud, 10) komisija za žalbe i molbe, 11) za premiranje za spremnost pogonskih postrojenja, 12) za impregnaciju, 13) za rashodovanje stvari iz osnovnih sredstava, 14) za reviziju projektnih zadataka.
U toku godine 1957. održano je 7 redovnih i jedna izvanredna sjednica na kojima su donijeti slijedeći važniji zaključci:

— Odobreno je da se rashoduju DE Pula, DE Opatija i TE Gospić sa kompletnom opremom, izuzevši rasklopno postrojenje, koje služi distribuciji.
— Izdvajanje područnih ureda *Elektrane* Zagreb: Zabok, Varaždin, Karlovac, Sisak, Bjelovar, Koprivnica i Križ, sa 1. VII. 1957. u samostalna poduzeća, udružena u Zajednicu elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.
— Data je suglasnost za podizanje zajma za izgradnju hidroelektrane *Gojak*, Ogulin.
— Odobreno je poduzeću *Elektroslavonija* da kao neekonomična i neupotrebljiva otuđi: 2 Diesel agregata iz DE Vinkovci, 2 Diesel agregata s generatorima iz DE Našice, 1 Diesel agregat iz HE Kuzmica i 2 Diesel agregata u Slavonskom Brodu.
— Na kraju treba napomenuti da je 20. 12. 1957. Savezna narodna skupština donijela Zakon o elektroprivrednim organizacijama, koji je stupio na snagu 23. I. 1958., prema kojem se distributivna poduzeća izdvajaju iz Zajednice.

2. Energetska situacija

Godina 1957. je u energetskom pogledu bila povoljna, kako u pogledu porasta potrošnje, tako i u pogledu mogućnosti proizvodnje i zadovoljenja potreba potrošača. Ukupna predaja energije potrošačima ostvarena je u granicama plana (101%), dok je u odnosu na 1956. povećana za 21,1%. Kod nekih grupa potrošača taj je porast vrlo velik (u odnosu na prethodnu godinu): kućanstva 27,3%, cementarne 29,5%, rasvjeta poslovnih i društvenih prostorija, te motora i aparata 25,2%. Broj potrošača povećao se je kod kućanstva za 46.500 (14,7%), a kod motora i rasvjete prostorija ukupno za 16.000. Kod drugih grupa broj potrošača se nije bitno izmijenio.

Kod specijalne velepotrošnje (elektrokemija i metalurgija) je plan podbačen za 13%, usprkos jakog prebačaja plana potrošnje karbida. Potrošnja aluminija iznosi samo 64,9% od planirane, jer u izvještajnoj godini nije radila tvornica *Boris Kidrič* u Ražinama.

Udio predane električne energije preko distributivne mreže iznosi 64,5%, dok je u 1956. iznosio 67,9%. Gubici prijenosa u 1957. su također manji, te iznose 13,7% (naprama 15,5% u 1956.).
Ovu znatno povećanu potrošnju u 1957. bilo je moguće zadovoljiti zbog naročito povoljnih mogućnosti proizvodnje u hidroelektranama i mogućnosti nabave električne energije od susjednih Zajednica. Osobito visoka proizvodnja bila je u dalmatinskim hidroelektranama radi povoljnih protoka, te termoelektrane nisu trebale proizvesti planom predviđene količine energije, jer se energija mogla nabaviti iz jeftinijih izvora.

Tako je planom nabave od Zajednice Slovenije — koja je također imala povoljne energetske prilike — nabavljeno 91% više energije nego planom predviđeno. Plan nabave od B i H podbačen je za 16% iz razloga što je proizvodnja dalmatinskih hidroelektrana bila daleko veća od plana, a istovremeno nisu ušli u pogon neki veliki potrošači u Dalmaciji. Bolja opskrba Zapadnog sistema iz B i H omogućena je tek 20. XII. 1957. kada je cijela 110 kV mreža u FNRJ vezana paralelno.

3. Električna mreža

Uzevši u obzir promjenu tokom godine, stanje postrojenja krajem godine bilo je slijedeće:
— Instalirana snaga udruženih proizvodnih postrojenja iznosila je 267.200 kW, od čega otpada 189.100 kW (71%) na hidroelektrane.
Instalirana snaga većih industrijskih elektrana iznosila je 58.100 kW, od toga 3.900 kW (6,7%) hidroelektrane.
Do 1957. godine na području Zajednice nije bio u pogonu nijedan dalekovod izgrađen za napon 220 kV.
Tokom godine dovršena su i stavljena u pogon dva takova dalekovoda i to:

1. DV TS Mraclin — TS Jajce u dužini od 70,2 km (do granice B i H) i
2. DV HE Split — RS Mostar 99,2 km (do granice B i H).

Na području NR Hrvatske bilo je 27 dalekovoda 110 kV, ukupne dužine 1076,6 km.
Od novih dalekovoda stavljeni su u pogon dalekovodi kojima je zatvorena petlja oko šireg područja Zagreba, a ujedno omogućeno vezanje elektroenergetskog sistema sjeverne Hrvatske i LR Slovenije s energetskim sistemom NR Bosne i Hercegovine.

Tokom godine izvršen je prijelaz dosadašnjeg 30 kV dalekovoda Brod — Osijek na 110 kV napon, tako da ukupna mreža visokog napona (220 i 110 kV) iznosi koncem godine 1246 km.
Općenito se može reći da je stanje mreže najvišeg napona dobro te nije dolazilo do velikih prekida.
Ukupna instalirana snaga transformatorskih stanica iznosila je u 1957. godini 335 MVA. Sve se stanice — osim TS Klara — nalaze u dobrom tehničkom stanju.
U gradnji se nalaze: TS Pula i TS Sisak.
U 1957. stavljene su u pogon 110 kV TS Raša, TS Brijest i TS Resnik (provizorij).

4. Proizvodnja

Proizvodnja električne energije u 1957. dosta se je povećala u odnosu na prethodne godine, što je uglavnom uslovila povoljna vodna situacija dalmatinskih hidroelektrana.
Godišnja proizvodnja u 1957. sa strukturom i indeksima na bazi ranijih godina prikazana je u tabeli 1.

Indeks proizvodnje električne energije u 1957. na bazi proizvodnje iz ranijih godina

Tabela 1

Vrst elektrana		Proizvedeno u 1957. (MWh)	Indeks na bazi 1956	1955	1954	1953	1952
Javna	HE	620 366	113	109	141	141	156
	TE	214 043	109	99	120	157	195
	Svega	834 409	112	106	135	145	164
Vlastite	HE	15 796	100	79	92	100	95
	TE	224 767	92	108	128	184	232
	Svega	240 563	93	101	125	174	211
Ukupno	HE	636 162	113	108	140	140	153
	TE	438 810	99	101	124	170	212
	Svega	1074 972	107	105	133	150	173

Iz ovog je pregleda vidljivo da je brži razvoj vlastitih elektrana nego javnih, kao i termo od hidroproizvodnje, dakle potpuno obratno nego u LR Sloveniji. Dok se je proizvodnja termoelektrana u promatranom 6 godišnjem razdoblju podvostručila, proizvodnja hidroelektrana se je povećala za samo ½ puta.

Za proizvodnju hidroenergije najznačajnija je Cetina na kojoj je u 1957. proizvedeno 54% od ukupne hidroenergije (t. j. 334 GWh ili 12% više nego u prethodnoj godini). Istovremeno je na Krki proizvedeno 27% od ukupne hidroenergije (168 GWh ili 35% više nego u godini 1956.).

Proizvodnja termoelektrana ostvarena je u 1957 g. sa samo 67%, što je posljedica visoke proizvodnje hidroelektrana i povećane nabave. Pojedine termoelektrane postigle su slijedeće satno iskorištenje (u odnosu na instaliranu snagu):

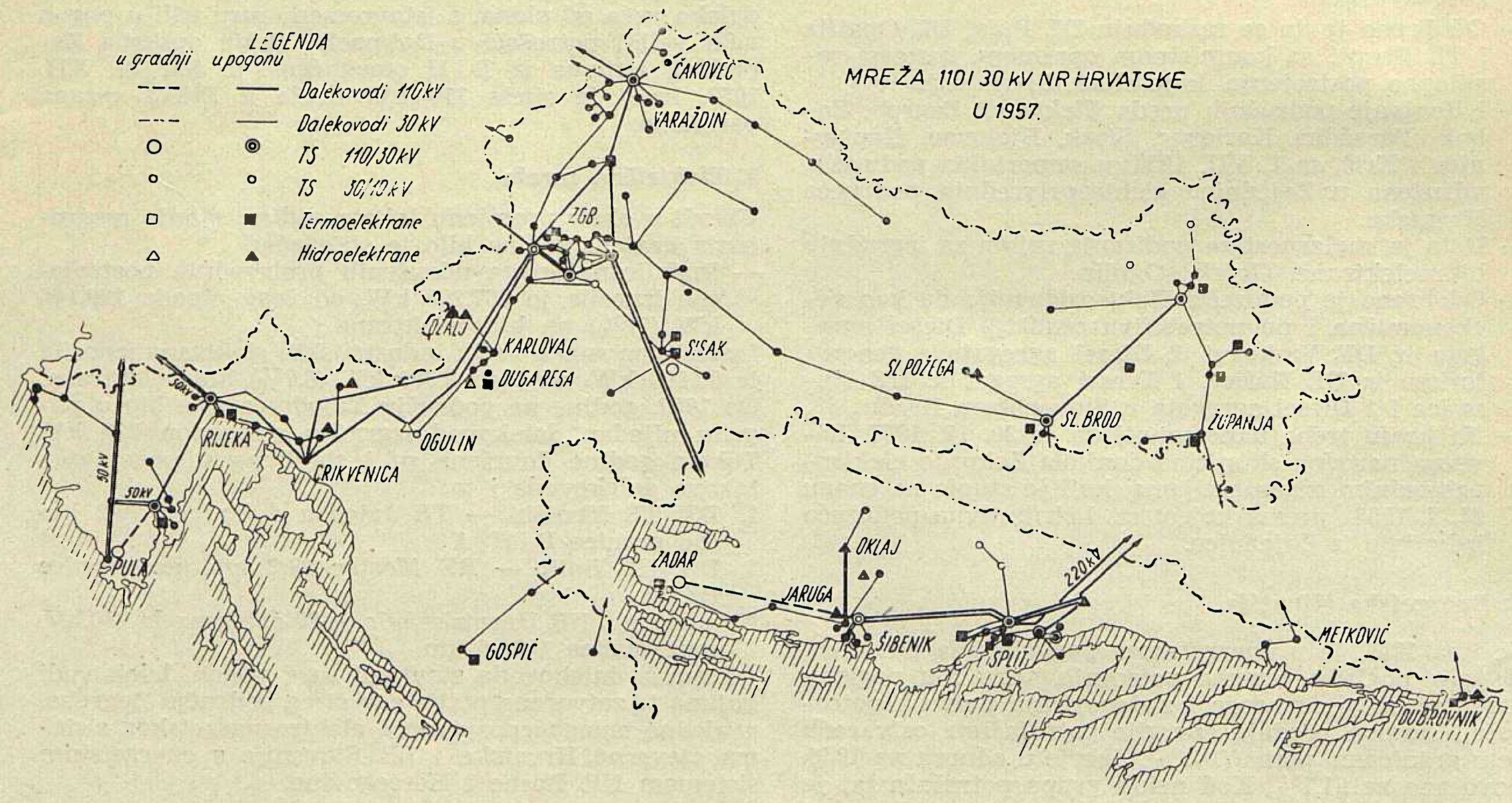
TE Jertovec	2790 sati
TE Zagreb	3260 ,,
TE Rijeka	2360 ,,
TE Vlaška	3500 ,,
TE Osijek	1620 ,,
TE Đakovo	2330 ,,
Prosječno	2920 sati.

Ovo slabo iskorišćenje djelomično je posljedica slijedećih većih kvarova:

TE Jertovec: Postrojenje I etape (kotlovi 2 × 28/35 t/h i turbine 14,8 MW) bilo je veći dio prvog polugodišta izvan pogona zbog defekta na turbini BBC 14,8 MW, koji se je desio pod kraj 1956. Kotlovi I i II u I. tromjesečju nisu radili radi popucanog vara na izlaznim cijevima pregrijačkih komora.

TE Zagreb: Radi defekta TE Jertovec u I. je polugodištu bila korištena do maksimuma. Na turbini I (16 MW) izvršeni su veliki radovi, te je izmijenjeno nekoliko redova lopatica.

TE Vlaška: Ova je elektrana u 1957. radila punim kapacitetom koji je često kočilo usko grlo kotlova. Radi se naime o čestom i naglom zatrpavanju pepelom, koje izaziva obustave kotla radi čišćenja. Znatnu poteškoću predstavlja i loše stanje mjernih instrumenata. Najteži defekt desio se u VII. mjesecu, kad je uslijed nevremena došlo do atmosferskih pražnjenja i kod toga došlo do proboja transformatora CGE 6500 kVA.



5. Distribucija

U izvještajnoj godini ukupno je distribuirano (javna mreža i vlastite elektrane) 1.604 GWH, što je za 248 GWh ili 15,5% više nego u god. 1956. U tabeli 2 dat ćemo usporedni pregled potrošnje po kategorijama potrošača za god. 1957. i 1956. (MWh).

Struktura potrošnje ukupne električne energije NR Hrvatske u 1957. i 1956.

Tabela 2

Kategorija potrošača	1957.	1956.	% porasta
Kućanstva	278 364	221 805	26
Rasvjeta prostorija	39 241	35 030	12
Motori i aparati	48 091	34 102	41
Javna rasvjeta	16 553	14 062	18
Vodovod	38 442	39 371	— 3
Električna vuča	25 763	23 562	9
Ugljenokopi	74 940	70 349	7
Tvornice cementa	97 937	80 832	21
El. kemija i metalurgija	352 000	324 974	8
Ostala industrija	432 671	331 809	30
Predano potrošačima	1404 002	1175 898	19
Gubici prijenosa i distribucije	199 952	179 875	11
Ukupno raspoloživo	1603 954	1355 793	18

Gubici prijenosa i distribucije iznosili su u 1957. god. 12,4% a u 1956. — 13,3%.

U tabeli 3 prikazana je specifična proizvodnja i potrošnja, kao i potrošnja po stanovniku za nekoliko posljednjih godina.

Specifična proizvodnja i potrošnja u NRH 1957. god.

Tabela 3

Godina	Specifična proizvodnja (kWh/stanov.)	Specifična potrošnja (kWh/stanov.)	Indeks specifične proizvodnje	Indeks specifične potrošnje
1939	119	134	100	100
1952	159	223	134	167
1953	182	236	154	176
1954	204	262	172	196
1955	257	322	216	240
1956	252	350	212	261
1957	263	405	221	302

Dok se je specifična proizvodnja električne energije po stanovniku udvostručila u odnosu na god. 1939., specifična potrošnja se je utrostručila.

Opskrba potrošača u 1957. godini obzirom na minimalne manjkove uslijed redukcije i pogonskih smetnji dostigla je svoj najviši stupanj do sada:

Zadovoljenje potrošača

Tabela 4

Godina	Ukupni manjak (MWh)	% zadovoljenja
1952	20 571	97,88
1953	26 161	97,35
1954	37 737	96,54
1955	24 715	98,12
1956	34 092	97,43
1957	4 885	99,69

Sedam puta veći manjak u 1956. godini naprama 1957. dobit će na važnosti imamo li na umu da je šteta u privredi NRH uslijed nedovoljne opskrbe električnom energijom isto toliko puta veća, što dokazuje da je opskrba potrošača u 1957. jedinstvena.

6. Investiciona djelatnost

Za objekte, financirane iz OIF-a- kojih se je izgradnja nastavljala iz prijašnjih godina, stajala su na raspoloženju sredstva od 6386 $\times$ 10^6 Din. Tranše su gotovo u cjelini bile utrošene uz napomenu, da se na objektu HE Gojak već nekoliko godina iskazivalo prekoračenje investirane svote, što je u 1957. bilo uvaženo i pokrito.

Za nova prijenosna postrojenja 110 kV bile su pod konac godine podijeljene tek akontacije iz OIF-a, što se osobito loše odrazilo na izvedbi.

U toku decentralizacije bio je početkom godine ukinut republički investicioni fond, pomoću kojeg su posljednjih godina bili financirani radovi na proširenju 30—35 kV mreže.

Time nastala praznina u maloj je mjeri ispunjena kotarskim ulaganjem na području Baranje, Istočne Slavonije, Zagreba i Buja.

Znatniji broj novih objekata 30—35 kV, puštenih u pogon god. 1955. i 1956. omogućio je relativno visoki razvoj 10 kV i 0,4 kV mreže u Istočnoj Slavoniji, Podravini, na području Bjelovara, kao i na otocima srednje Dalmacije. Priličan udio proširenja i pojačanja bio je na gradskim mrežama Zagreba i Rijeke.

Bilanca utrošaka u 1957. bila je slijedeća (u 10^9 Din):

Vrste postrojenja:		Vrela:	
Hidroelektrane	5,0	OIF	6,7
Termoelektrane	0,4		
Vodovi i stanice 220 kV	0,4		
,, ,, 110 kV	1,0	Republ. IF	0,1
,, ,, 30-35 kV	0,6	Kotarski IF	1,0
,, ,, 10 kV	2,4	Elektroprivreda	0,4
Niskonaponska mreža	1,6	Samodoprinos i lok. fondovi	3,2
	11,4		11,4

Ovaj opseg investiranja bio je znatno veći nego prosječno investiranje u 10-godišnjem razvoju 1946 — 1955. Budući, da bi trebalo do konca god. 1961. elektrificirati ukupno 70,4% domaćinstava u NR Hrvatskoj, za što je — kao i ostale zadatke elektroprivrednog razvoja — potrebno u razdoblju 1957 — 1961 investirati 82,3 milijardi dinara, ili prosječno 16,5 milijardi dinara, znači da je utrošak u 1957, za 31% prenizak, želimo li postići taj cilj.

Tokom godine 1957. puštena su u pogon slijedeća postrojenja:

Crpna HE Fužine	3,9	MW
Jedan 220 kV vod	49,5	km
Pet vodova 110 kV	154	km
Šest vodova 30–35 kV	160	km
Dvije stanice 110 kV ukupne snage	40	MVA
Devet stanica 30 kV sa snagom	27	MVA
Vodova 10 kV	803	km
Stanica 10 kV	350	kom
Vodova 0,4 kV	1181	km
Novih priključaka na mrežu	40000	

Ukupna vrijednost ovih objekata iznosi cca 8 milijardi dinara.

7. Financijsko poslovanje

Za prodanu električnu energiju ostvareno je	Din 11,108816 $\times$ 10^3
Ukupni troškovi za energiju iznose	Din 10,502908 $\times$ 10^3
Dobitak	Din 605908 $\times$ 10^3

Planirani dobitak Zajednice iznosio je Din 725 783 $\times$ 10^3, pa je prema tome ostvaren sa svega 83,5%. Ostvareni dobitak Zajednice korigira se za svrhu raspodjele s ostalim financijskim rezultatima na Din 595 723 $\times$ 10^3, koji se raspodjeljuje ovako:

1. Rezervni fond	12,88%	= Din 76 729 × 10^3
2. Plaće iz dobitka	1,72%	= Din 10 246 × 10^3
3. Fond za nagrađivanje spremnosti	32,65%	= Din 194 504 × 10^3
4. Fond za samostalno raspolaganje	37,85%	= Din 225 720 × 10^3
5. Ostatak za raspodjelu udr. poduzećima	14,86%	= Din 88 524 × 10^3
Ukupno	**100%**	**= Din 595 723 × 10^3**

Srednja prodajna cijena bila je u 1957. 9,26 Din/kWh, dok je u 1956. iznosila 9,97 Din/kWh. Najveće pojeftinjenje jedinične prodajne cijene u 1957. bilo je u grupi »opća velepotrošnja« (16,74 : 15,45 Din/kWh).

D. Kostanjšek

Literatura

1. Poslovni izvještaj za 1957. (Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske).
2. Poslovni izvještaj uz završne račune za 1956. (Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske).
3. Godišnjak »Energija«, Biltena Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i Instituta za elektroprivredu, za 1957. g. (pripremljeno za štampu).

Elektroprivreda u Sloveniji u 1957.

Prema Letnom poročilu 1957

1. Organizaciona situacija

Godina 1957. predstavlja vidnu prekretnicu u razvoju elektroprivrede Jugoslavije, a samim tim i Slovenije. U toj godini je praktično završeno doba republičke elektroprivrede, a istovremeno je počelo razdoblje jedinstvenog elektroenergetskog sistema FNRJ. Da je rješavanje organizacione problematike bilo osobito živo, najbolje dokazuje podatak od 11 zasjedanja upravnog odbora JUGEL-a i 15 zasjedanja upravnog odbora ELES-a, posvećenih organizaciji.
Od važnijih unutarnjih organizacionih promjena potrebno je spomenuti:

— 13. V. 1957. općinski LO Radlje ob Dravi ukinuo je poduzeće *Elektrarna Vuhred v gradnji* i ustanovio novo proizvodno poduzeće *Elektrarna Vuhred.*

— 21. VI. 1957. ustanovljeno je poduzeće *Elektrarna Ožbolt v gradnji.*

— 19. IX. 1957. je poduzeće *Elektrarna Šoštanj* konačno organizirano kao jedno poduzeće, te mu je osim proizvodne djelatnosti istovremeno povjerena izgradnja II. faze TE Šoštanj.

S tim promjenama je Elektrogospodarska skupnost Slovenije obuhvaćala 31 jedinicu i to: 9 hidropoduzeća (Vuhred, Dravograd, Fala, Mariborski otok, Medvode, Moste, Sava—Kranj, Soške elektrane i Vuzenica), 4 termopoduzeća (Šoštanj, Trbovlje, Velenje i Brestanica), 16 prijenosno-distributivnih poduzeća (Elektro—Gorica, Elektro—Celje, Elektro—Kočevje, Elektro—Koper, Elektro—Kranj, Elektro—Krško, Elektro—Ljubljana mesto, Elektro—Ljubljana okolica, Elektro—Maribor mesto, Elektro—Maribor okolica, Elektro—Novo mesto, Elektro—Sežana, Elektro—Slovenj Gradec, Elektro—Tolmin, Elektro—Trbovlje i Elektro—Žirovnica), 1 hidropoduzeće u gradnji (Elektrana Ožbolt v gradnji) i upravu Skupnosti.

2. Električna postrojenja

U toku godine počeli su radom slijedeći novi agregati:

1. Dana 24. XI. pušten je u pogon III. agregat u HE Vuzenica sa snagom od 16,5 MW.
2. U elektrani HE Sava—Kranj zamijenjen je stari generator (1 × 460 kVA) za novi R. K. 1 × 650 kVA.
3. Kod HE Medvode se je produbljenjem savskog korita podigla snaga od 16,4 MW na 18 MW.
4. U HE Zagradec je zamijenjen generator od 106 kVA za 140 kVA.

S tim promjenama je stanje instalirane snage javnih elektrana bilo 404.953 kW, od čega 267.453 kW otpada na hidroelektrane.
U svrhu bolje dobave električne energije potrošačima osobita briga je bila posvećena održavanju mreže Sistema. Izgrađeno je 96 km visokonaponske i 292 km niskonaponske mreže, te pušteno u pogon 81 novih transformatorskih stanica. Rekonstruirano je 15 km visokonaponske i 29 km niskonaponske mreže, te 10 transformatorskih stanica.
Nakon svih tih radova stanje elektrifikacije Slovenije sa 31. 12. 1957. bilo je slijedeće:

34 javnih elektrana sa 77 generatora ukupne snage 544 242 kVA;

123 vlastitih elektrana sa 197 generatora ukupne snage 81 544 kVA;

ukupno 157 elektrana sa 274 generatora ukupne snage 625 786 kVA.

6 443 km visokonaponske mreže od čega 6 180 km mreže ELES-a;

1 827 javnih transf. stanica sa 2 081 transformatora ukupne snage 706 024 kVA i

339 vlastitih transf. stanica sa 285 transformatora ukupne snage 280 607 kVA,

ukupno 2 166 transf. stanica sa 2 666 transf. ukupne snage 986 631 kVA.

3. Proizvodnja

Proizvodnja električne energije u 1957. znatno se povećala u odnosu na prethodne godine, što je uglavnom uslovila veća proizvodnja HE Vuhred (montaža novog agregata). Na povećanje proizvodnje također je utjecalo povoljno zimsko vodno stanje na Dravi.

Maksimalna dnevna proizvodnja hidroelektrana Slovenije bila je 5 408 MWh na dan 13. 11. 1957., a maksimalna dnevna termoproizvodnja bila je dostignuta 16. 12. 1957. s ukupnom proizvodnjom od 7 067 MWh. Godišnja proizvodnja u 1957. sa strukturom i indeksima na bazi ranijih godina prikazana je u tabeli 1.

Indeks proizvodnje električne energije u 1957. na bazi proizvodnje iz ranijih godina

Tabela 1

Vrst elektrana		Proizvedeno u 1957 (MWh)	Indeks na bazi				
			1956	1955	1954	1953	1952
Javne	HE	1 389 018	113	120	140	179	188
	TE	691 561	143	284	424	310	382
	Svega	2 080 579	122	149	197	208	227
Vlastite	HE	90 206	106	100	101	111	106
	TE	133 124	113	151	246	225	306
	Svega	223 330	110	126	156	171	174
Ukupno	HE	1 479 224	112	119	137	172	180
	TE	824 685	137	250	379	292	368
	Svega	**2 303 909**	**121**	**146**	**177**	**204**	**220**

Iz ovog je indeksnog pregleda vidljivo, da je brži razvoj javnih od vlastitih elektrana, te hidro od termoproizvodnje. Značajno je da se je termoproizvodnja u 6-godišnjem promatranom razdoblju povećala za preko $3^1/_2$ puta, dok se istovremeno hidroproizvodnja nije ni udvostručila.

Za proizvodnju hidroenergije je spomena najvrednija Drava, na kojoj je u 1957. proizvedeno cca 75% od ukupne hidroenergije. Analiza iskorišćenja vode u 1957. daje slijedeću sliku:

1. Proizvodnja hidroelektrana bila je u 1957. za 167 615 MWh veća nego u 1956. Taj porast je nastao skoro u cijelosti na Dravi. Dok je na Savi proizvodnja porasla samo za 4,7%, na Soči je pala za 3%.
2. Gubici pada uslijed defekta i remonta osjetljivo su se snizili za 11 055 MWh (70%), na što je u znatnoj mjeri uplivisalo premiranje kolektiva za pogonsku spremnost. Viškovi energije, koji su se do sada pojavljivali uglavnom radi pomanjkanja konzuma u noćnim satima, snizili su se u odnosu na 1956. za 15 847 MWh, t. j. za 44%.
3. Iskorišćenje agregata sumarno za sve elektrane praktično je isto kao u prethodnoj godini. Posebno treba spomenuti slabo iskorišćenje HE Fala 16% i HE Moste 74,77%.
4. Povećanje gubitaka akumulacije pojavilo se na Dravi i Soči.
5. Vlastiti potrošak se nije bitno promijenio prema 1956. godini.

Proizvodnja termoelektrana u tekućoj godini premašila je plan proizvodnje za 14%. To je premašenje postignuto uglavnom u najekonomičnijim termoelektranama, prije svega u TE Šoštanj. Pojedine elektrane postigle su slijedeće satno iskorišćenje:

TE Šoštanj	5 920 sati
TE Trbovlje	4 300 ,,
TE Brestanica	5 200 ,,
TE Velenje	3 420 ,,
TE Ljubljana	3 600 ,,
Prosječno	4 950 ,,

Iz prednjeg slijedi da su termoelektrane bile dobro iskorišćene (20% bolje od evropskog prosjeka). Većih defekata, koji bi utjecali na proizvodnju, nije bilo osim defekta na 20 MW turbini u elektrani Trbovlje, gdje je bilo potrebno demontirati 8 redova lopatica u visokotlačnom dijelu turbine. Tokom cijele godine opažalo se jednakomjernije opterećenje termoelektrana nego u ranijim godinama, što je posljedica boljeg odnosa hidro i termoproizvodnje. U opskrbi gorivom nije bilo poteškoća, osim u prvom tromjesečju, kada je bilo potrebno iz ostalih republika naknadno uvesti 45 000 tona ugljena. Kasnije se je stanje bitno poboljšalo, uglavnom uslijed povećane dobave iz rudnika lignita Velenje. Osim nadplanske proizvodnje termoelektrana, koja je iznosila 14,3%, ili izraženo u ugljenu 150 000 t, slovenski rudnici su pokrili potrebe termoelektrana, što je prvi slučaj nakon oslobođenja. Ujedno se je poboljšala kvaliteta ugljena, te se sve više upotrebljavaju kvalitetni ugljeni.

Dijagram proizvodnje javnih elektrana na dan najveće proizvodnje, t. j. 16. XII. 1957., pokazuje slijedeće karakteristike:

1. Radna energija

dnevna od 6 — 22 sata 5 166,3 MWh = 73,4%
noćna od 22 — 6 sati 1 875,7 MWh = 26,6%
ukupno od 22 — 22 sata 7 042,0 MWh = 100,0%

Prosječno opterećenje:

dnevno . . $= \frac{5166}{16} = 323$ MW

noćno . . . $= \frac{1875}{8} = 234$ MW

24-satno . . $= \frac{7042}{24} = 293$ MW

Opterećenje:

maksimalno (u 11^h) = 343,2 MW
minimalno (u 3^h) = 217,4 MW

Odnos (faktor varijabilnosti) $= \frac{P_{min}}{P_{max}} = \frac{217,4}{343,2} = 0,634$

2. Jalova energija

dnevna od 6 — 22 sata 2 704,9 MVArh = 78,7%
noćna od 22 — 66 sati 732,2 MVArh = 21,3%
Ukupno od 22 — 22 sata 3 437,1 MVArh = 100,0%

Prosječno opterećenje:

dnevno . . $= \frac{2705}{16} = 169,0$ MVAr

noćno . . . $= \frac{732}{8} = 91,5$ MVAr

24-satno . . $= \frac{3437}{24} = 143,0$ MVAr

Opterećenje:

maksimalno (u 15^h) = 194,2 MVAr
minamalno (u 23^h) = 62,3 MVAr

odnos (faktor varijabilnosti) $= \frac{62,3}{194,2} = 0,321$

3. Faktor snage (prosječne vrijednosti)

dnevni . . . cos fi = 0,885
noćni . . . . cos fi = 0,931
24-satni . . . cos fi = 0,899

4. Distribucija

U godini 1957. iz javne mreže Slovenije distribuirano je 1 799 GWh, što je za 342 GWh ili 23,5% više nego u 1956., što je do sada maksimalni porast. U tabeli 2 naći ćemo usporedni pregled potrošnje po kategorijama potrošača za god. 1956. i 1957. (u MWh).

Struktura potrošnje Slovenije u 1956. i 1957.

Tabela 2

Kategorija	1956	1957	% porasta
Kućanstva	187 710	228 089	22
Rasvjeta posl. prostorija	23 350	28 566	22
Rasvjeta društv. prostorija	3 750	4 598	22
Motori i aparati	33 309	35 200	6
Poljoprivredni motori	2 443	2 645	8
Javna rasvjeta	6 515	7 243	11
Javni vodovod	8 127	10 869	34
Tramvaj i trolejbus	2 668	3 022	13
Elektr. željeznica	11 251	13 312	18
Ugljenokopi	78 705	78 260	— 1
Cementarne	26 575	30 017	13
Ostala industrija	270 959	329 488	22
Kemija i metalurgija	408 875	558 610	37
Melioracije	—	12	—
Preprodavaoci	420	172	— 59
Potrošnja u republici	**1 064 657**	**1 330 103**	**25**

Broj potrošača u 1957. godini iznosio je 339 000, a u 1956. 330 000, što znači povećanje od svega 1,5%. Specifična potrošnja (kWh po potrošaču) kroz nekoliko zadnjih godina za kategorije potrošača široke potrošnje prikazana je u tabeli 3.

Specifična potrošnja po 1 potrošaču u nekim kategorijama široke potrošnje Tabela 3

Kategorija	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Domaćinstva	341	374	487	593	680	811
Rasvj. posl. prost.	602	651	707	805	922	1113
Motori i aparati	2461	2531	2859	3014	3140	3298
Poljoprivr. motori	177	170	168	170	158	192

Proizvodnja električne energije po stanovniku iznosila je u 1957. god. 1 340 kWh/stanovniku za javne elektrane, a 1 478 kWh/stanovniku ukupno za svu proizvedenu energiju. Potrošnja je iznosila 856 kWh/stanovniku za javne elektrane, a 1 000 kWh/stanovniku za javne i industrijske elektrane.

5. Investiciona djelatnost

Zbog naglog porasta potrošnje električne energije, koji zadnjih godina iznosi preko 20%, investicionoj djelatnosti se posvećuje sve veća pažnja. Tu pojačanu djelatnost iziskuje slabo stanje prijenosnih i razdjelnih postrojenja, a osobito distributivne mreže, koje predstavljaju poseban problem, jer se uzdržavaju iz lokalnih ili vlastitih sredstava, koja su iz godine u godinu sve niža.

Investiciona djelatnost Elektrogospodarske skupnosti Slovenije u 1957. bila je usredotočena na izgradnju HE Vuhred, dovršenje i montažu III. agregata u HE Vuzenica i pripremnih radova na HE Ožbolt. Završeni su radovi na transformatorskoj stanici pri HE Moste. Od razdjelnih i prijenosnih postrojenja najveća je pažnja obraćena na rasklopno postrojenje Divača, gdje su dovršeni glavni građevni radovi i montiran dio opreme, te je stanica puštena u pogon s jednim transformatorom. Završeni su manji zaključni radovi na DV Divača—Kozina, a krajem godine započelo se je gradnjom RTP Velenje.

Osim financijskih poteškoća koje su se uglavnom sastojale u kasnom organiziranju deviza i zakašnjenju u dobavi uvozne opreme, nije bilo nekih osobitih zapreka, te se je investiciona djelatnost odvijala po programu.

Svi ti radovi financirali su se iz OIF-a, dok je za radove na HE poslužio amortizacioni fond. Nova komandna ploča je građevno dovršena, a 10 kV naprava dogotovljena 90%.

Investiciona djelatnost pri distributivnim poduzećima razvijala se je u mnogo manjem opsegu, jer nije bilo na raspolaganju dovoljno financijskih sredstava. Osim završenja investicionih programa za nova prijenosna i razdjelna postrojenja, tokom godine su također razrađeni programi za nove izvore električne energije: HE Lobnica, HE Idrijca, HE Osp, HE Hajdoše i TE Šoštanj II.

U 1957. bila su na raspolaganju slijedeća sredstva:

1. Posudbe iz OIF-a	1 971 Din × 10^6
2. Akontacije iz OIF-a za prekoračenja	650 Din × 10^6
Ukupno iz OIF-a	2 621 Din × 10^6
3. Sredstva iz stvarnih garancija i vlastita sredstva	167 Din × 10^6
Ukupna sredstva na raspolaganju	
Utrošeno u 1957.	2 603 Din × 10^6
u 1957.	2 788 Din × 10^6
Ostatak:	185 Din × 10^6

Od ukupnih sredstava na raspolaganju (2 788 Din × 10^6) otpada na:

HE	2 346 × 10^6 Din	ili	84%
TE	169 × 10^6 Din	ili	6%
RTP i mreža .	273 × 10^6 Din	ili	10%

Ako imamo u vidu utrošena financijska sredstva u 1956. godini (4 544 Din × 10^6 investicije i 1 153 Din × 10^6 rekonstrukcije) i znatno povećanu proizvodnu i distributivnu djelatnost u 1957., kao i ostale krupne uspjehe na raznim područjima elektroprivredne djelatnosti koje je postigla Elektrogospodarska skupnost Slovenije u 1957., onda možemo sa sigurnošću ustvrditi da jedino investiciona djelatnost ne zadovoljava u potpunosti i da bi joj ubuduće trebalo posvetiti daleko više pažnje.

Drago Kostanjšek

Razvoj elektroprivrede Bosne i Hercegovine i stanje u godini 1957.

1. Razvoj

Elektroprivreda Bosne i Hercegovine dostigla je u odnosu na predratno stanje neslućeni stupanj razvitka. Usporedba s drugim republikama Jugoslavije najbolje će ilustrirati postignuti uspjeh, koji ćemo prikazati tabelom 1.

Najsporiji je razvoj u NR Hrvatskoj, koje su indeksi prilično ispod jugoslavenskog prosjeka, u Srbiji i Sloveniji tempo razvoja otprilike odgovara općem državnom prosjeku, dok je u Bosni i Hercegovini daleko iznad prosjeka. Indeksi za posljednje dvije republike, t. j. Makedoniju i Crnu Goru, vrlo su visoki zbog stanja njihove predratne elektroprivrede, za koju se može reći da praktički nije ni postojala.

Indeksi za god. 1957. instaliranih snaga, proizvodnje i specifične proizvodnje po republikama

Tabela 1

Narodna republika	Instalirana snaga ukupne elektroprivrede	Ukupna proizvodnja	Specifična proizvodnja po stanovniku
	1939 = 100		1948 = 100
Srbija	318	527	247
Hrvatska	203	261	197
Slovenija	333	660	238
B i H	641	964	620
Makedonija	790	1650	800
Crna Gora	806	3940	1540
FNR Jugoslavija	334	533	264

1.1. Instalirane snage

U tabeli 2. prikazan je razvoj instaliranih snaga ukupne elektroprivrede NR B i H. Iz nje se vidi da je tempo razvoja hidroelektrana daleko brži od onoga termoelektrana. Naravno, da se je s tim u vezi znatno promijenila i struktura snaga, u korist hidroelektrana.

Razvoj instaliranih snaga ukupne elektroprivrede NR Bosne i Hercegovine

Tabela 2

Godina	Instalirana snaga (MW)			Indeks (1939 = 100)			Struktura (%)		
	HE	TE	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE	Ukupno
1939	11	45	56	100	100	100	20	80	100
1945	11	40	51	100	88	91	22	78	100
1946	11	40	51	100	88	91	22	78	100
1947	18	41	59	164	91	105	30	70	100
1948	18	44	62	164	98	111	29	71	100
1949	18	45	63	164	100	113	29	71	100
1950	20	51	71	182	113	127	28	72	100
1951	22	52	74	200	116	132	30	70	100
1952	22	55	77	200	122	138	29	71	100
1953	22	66	88	200	147	157	25	75	100
1954	48	71	119	436	158	212	40	60	100
1955	121	78	199	1100	173	356	61	39	100
1956	121	142	263	1100	316	470	46	54	100
1957	217	142	359	1972	316	641	60	40	100

1.2. Proizvodnja

Proizvodnju ukupne elektroprivrede NR B i H prikazat ćemo analogno kao instalirane snage (vidi tabelu 3). Karakteristike koje smo konstatirali ranije kod instaliranih snaga, važe i za proizvodnju.

Razvoj proizvodnje ukupne elektroprivrede NR B i H

Tabela 3

Godina	Ukupna proizvodnja (GWh)			Indeks (1939 = 100)			Struktura (%)		
	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega
1939	36	85	121	100	100	100	30	70	100
1945	19	43	62	53	51	52	31	69	100
1946	32	71	103	89	83	85	31	69	100
1947	54	91	145	150	107	120	37	63	100
1948	57	94	151	158	111	125	38	62	100
1949	92	112	204	256	132	169	45	55	100
1950	96	145	241	267	171	199	40	60	100
1951	116	138	254	322	162	210	46	54	100
1952	120	158	278	333	186	230	43	57	100
1953	111	203	314	308	239	260	35	65	100
1954	167	231	398	464	272	329	42	58	100
1955	477	185	662	1330	218	547	72	28	100
1956	479	306	785	1333	360	650	60	40	100
1957	740	416	1156	2057	489	955	64	36	100

Da je proizvodnja B i H zadnjih godina podmirila potrebe republike dokazuje višak energije, koji se u obliku izvoza predaje drugim republikama, te se naglo povećava:

1956. 121 GWh ili 15,4% od ukupne proizvodnje
1957. 348 GWh ili 30,0% od ukupne proizvodnje.

Nepodmirene potrebe u obliku redukcija i ispada iz godine u godinu se znatno smanjuju:

1953	1954	1955	1956	1957
2,9%	2,4%	1,6%	0,7%	0,2%

Osobito nagli razvoj pokazuje specifična proizvodnja po stanovniku, koja — kao što smo vidjeli u tabeli 1 — zauzima među ostalim republikama Jugoslavije osobito povoljan položaj. Po godinama kretala se je ovako:

1948	59	kWh/stanov.	1953	110	kWh/stanov.
1949	78	,,	1954	136	,,
1950	90	,,	1955	220	,,
1951	93	,,	1956	255	,,
1952	100	,,	1957	366	,,

1.3. Mreža visokog napona

Da bolje ilustriramo položaj B i H među drugim republikama u pogledu gustoće mreže visokog napona, izračunat ćemo specifičan pokazatelj dužine mreže na 1 km² republičkog područja i na 1 stanovnika:

NR Srbija	56	m/km²	ili 0,66	m/stanov.
NR Hrvatska	53	,,	ili 0,76	,,
LR Slovenija	79	,,	ili 1,04	,,
NR B i H	45	,,	ili 0,73	,,
NR Makedonija	37	,,	ili 0,66	,,
NR Crna Gora	33	,,	ili 0,97	,,
FNR Jugoslavija	52	m/km²	ili 0,73	m/stanov.

Kod ovog pregleda potrebno je spomenuti, da bi situacija sa razdjelnom mrežom bila drugačija, no nažalost se ne raspolaže potrebnim podacima.

Razvoj visokonaponske mreže u NR B i H kretao se je ovako:

Razvoj visokonaponske mreže NR B i H

Tabela 4

Godina	110 kv	60—50 kV	35 kV	30—26 kV	Ukupno kW	Indeks 1948 = 100
1948	64	—	412	—	476	100
1949	64	—	547	—	611	128
1950	131	—	596	—	727	153
1951	219	—	632	—	851	179
1952	240	—	789	—	1029	216
1953	340	—	805	—	1145	241
1954	480	—	1063	—	1543	324
1955	569	—	1149	—	1718	361
1956	779	—	1282	—	2061	433
1957	989	—	1319	—	2308	485

2. Stanje u god. 1957.

Iz dosadašnjeg izlaganja je vidljivo, da godina 1957. predstavlja prekretnicu u razvoju elektroprivrede BiH.

2.1. Organizaciona šema

Zajednica udruženih preduzeća NR Bosne i Hercegovine objedinjuje koncem 1957. 18 poduzeća:

1. Električno preduzeće, Banja Luka, 2. Električno preduzeće *Mostar*, 3. Električno preduzeće *Sarajevo*, 4. Električno preduzeće *Slaviša Vajner-Čiča*, Mesići, 5. Električno preduzeće, Trebinje, 6. Električno preduzeće *Tuzla*, 7. Električno preduzeće, Vlasenica, 8. Hidroelektrana *Boriša Kovačević*, Bogatići, 9. Hidrocentrale na Neretvi, Jablanica, 10. Električno preduzeće, Zenica, 11. Hidrocentrale na Vrbasu *Elektrovrbas*, Jajce, 12. Hidroelektrana *Slapovi na Uni*, Bihać, 13. Preduzeće za distribuciju električne energije, Sarajevo, 14. Preduzeće za prenos električne energije *Elektroprenos*, Sarajevo, 15. Preduzeće za proizvodnju, prenos i distribuciju električne energije *Elektrifikacija*, Zenica, 16. Termoelektrana Banovići, 17. Termoelektrana Foča, Brod kraj Foče, 18. Termoelektrana Kakanj, Čatići.

U sastavu Zajednice nalazi se i Elektroprivredna škola *Jaroslav Černi*, Sarajevo.

Zajednicom upravlja 20 članova upravnog odbora sa svojim stalnim komisijama:

1. Komisija za normative, 2. Komisija za spremnost elektroenergetskih postrojenja, 3. Komisija za kadrove, 4. Komisija za stipendije, 5. Komisija za analitičku procjenu radnih mjesta, 6. Komisija za odmaralište.

2.2. Elektroenergetska situacija u god. 1957.

Općenito uzevši elektroenergetska situacija u 1957. bila je povoljna. Planirana proizvodnja, kupnja i prodaja ostvarena je u potpunosti, a djelomično i prebačena. U odnosu na prethodnu godinu znatno su se povećali gubici prijenosa (110 kV), što je posljedica prijenosa većih snaga na veće udaljenosti (smanjenje preuzimanja električne energije od strane dalmatinskih potrošača i prebacivanje tih količina u zapadni energetski sistem).

Iako je plan proizvodnje izvršen u cijelosti, proizvodnja u pojedinim mjesecima nije ostvarena po planu iz više razloga.

— Pojedini elektroprivredni kapaciteti nisu ulazili u pogon prema predviđenim rokovima (HE Jajce I. i IV., te V. agregat u HE Jablanica).
— Velepotrošači kao *Elektrobusna* i *Željezara*, Ilijaš također nisu ušli u predviđenim rokovima u pogon. Ni velepotrošači u Dalmaciji nisu preuzeli ugovorne količine.
— Paralelni rad sa zapadnim energetskim sistemom ostvaren je tek 20. XII., a do tog vremena napajano je samo jedno područje zapadnog sistema.
— Kvarovi na napojnim pumpama u TE Kakanj u posljednja tri mjeseca stvarali su poteškoće u energetskoj bilanci sistema, uslijed čega je došlo do prenapregnute energetske situacije sa sniženom frekvencom i redukcijom potrošača. Ti kvarovi prouzrokovali su neostvarenje planirane proizvodnje za oko 58 000 MWh.

Na energetsku situaciju utjecalo je i zakašnjenje izgradnje nekih dalekovoda radi kasnih dobivanja kredita od Narodne banke, a imalo je za posljedicu opterećenje do krajnje dozvoljenih granica, što je povećalo ispade i kvarove.

Puštanjem u pogon dalekovoda Jajce—Zagreb omogućeno je prvi put u Jugoslaviji puno korišćenje hidroelektrana jadranskog sliva.

U godini 1957. pušteni su u pogon novi proizvodni i prijenosni kapaciteti:

— 20. 9. ušao je u probni pogon IV., a 25. 11. V. agregat u HE Jablanica.
— 15. 11. ušla je u probni pogon HE Jajce I. sa dva agregata od po 24 MW.
— Tokom godine pušteno je u pogon 448 km novih 110 kV dalekovoda (Jajce—Zagreb, Sarajevo—Ilijaš—Kakanj, Sarajevo—Jablanica III., TS Jajce—HE Jajce I i Mostar—Bileća) i 47 km novih dalekovoda 35 kV.
— Od novih trafostanica 110/35 kV puštena je kompletno u pogon TS Lukavac, a provizorno TS Bileća i TS Banja Luka.
— Remonti energetskih izvora obavljeni su kod svih elektrana osim HE Jablanica.

2.3. Stanje elektroenergetskih postrojenja

2.3.1. Proizvodna postrojenja

Ukupna instalirana snaga u proizvodnim postrojenjima Zajednice iznosila je krajem 1957. godine 313 MW, od čega otpada na hidroelektrane 214 MW ili 68%, a na termoelektrane 99 MW ili 32%.

HE Jablanica: Konačna instalirana snaga iznosi $6 \times 24 = 144$ MW, a na kraju 1957. bilo je u pogonu 5 agregata s ukupnom snagom 120 MW. Elektrana je građena u periodu 1947.—1957. na vodotoku rijeke Neretve s neto maksimalnim padom 106,5 m. Počevši od veljače 1955. u pogon je ulazio jedan agregat za drugim bez većih pogonskih teškoća. Planirani remont u 1957. nije obavljen u potpunosti. Inače je opće stanje hidroelektrane dobro.

TE Kakanj: Elektrana je puštena u pogon u srpnju 1956. sa 2 agregata od po 32 MW, sa dva parna kotla kapaciteta 110/140 t/h, pritiska 84 atp. U studenom 1957. došlo je do teškog kvara na elektropumpi (korozija brončanih dijelova), koji je kasnije uklonjen. Elektrana je puštena u redovan pogon nedovršena, što je imalo za posljedicu povećanje troškova pogona.

HE Jajce I. Ova derivaciona elektrana ima ukupnu instaliranu snagu $2 \times 24 = 48$ MW, a puštena je u probni pogon 29. XI. 1957. Izgrađena je na rijeci Plivi u periodu 1954.—1957. Elektrana ima 110 kV razvod u samoj kaverni. Tvrda sadrena voda još uvijek kaplje i vlaži izolatore, čime smanjuje njihovu izolacionu probojnost. Radi se na iznalaženju pogodnog režima za sprečavanje eventualnog proboja izolatora u budućnosti.

HE Jajce II, kao i hidroelektrane u Bogatićima, Bihaću, Mesićima i Vlasenici su bez većih pogonskih teškoća izvršile svoje proizvodne zadatke u god. 1957. U svim pogonima poduzimaju se potrebne mjere za zaštitu materijala protiv korozije.

TE Zenica je počela ložiti kotlove br. 3, 4, 7 i 8 s visokopećnim plinom iz Željezare Zenica, kao dodatnim gorivom. Upotreba plina umjesto uglja znatno je poboljšala ekonomičnost ove elektrane. Uskoro će biti moguće i ostale kotlove ložiti plinom. Jedini ozbiljan kvar bio je proboj generatora IV od 12,5 MVA u X. mjesecu, koji je popravljen i ponovno pušten u pogon s novim statorskim namotajem.

TE Banovići je normalno izvršila svoj zadatak, dok se isto ne može reći za TE Foča, koja kod 3,4 instaliranih MW ima samo jedan reparacioni kotao 24 t/h pare, pritiska 40 atp. Potrebno je ugraditi još jedan parni kotao.

Poseban problem predstavljaju skupe termoelektrane, u Livnu, Srbenu i Gacku, gdje su one jedini izvori električne energije u izoliranim područjima. TE Livno od 500 kW je preopterećena te ne može zadovoljiti potrebe konzuma livanjskog područja.

Izvršene su pripreme za rashodovanje TE Kreka, TE Mostar i TE Lauš, koje ne mogu predstavljati ni lokalnu rezervu.

Ukupno imaju elektrane ZEP-a NR B i H koncem godine 1957. 58 agregata s ukupnom stvarnom snagom 313 MW, odnosno instaliranom 407 MVA, od čega na hidroelektrane otpada 37 agregata s 219 MW, odnosno 273 MVA, a na termoelektrane 21 agregat s 99 MW, odnosno 193 MVA. Elektrane B i H proizvele su ukupno 967 105 MWh, od toga 685 627 MWh hidroelektrane i 281 478 MWh termoelektrane. Vlastiti potrošak kod hidroelektrana iznosio je 4 047 MWh ili 0,6%, a kod termoelektrana 25 354 MWh, odnosno 9,0%.

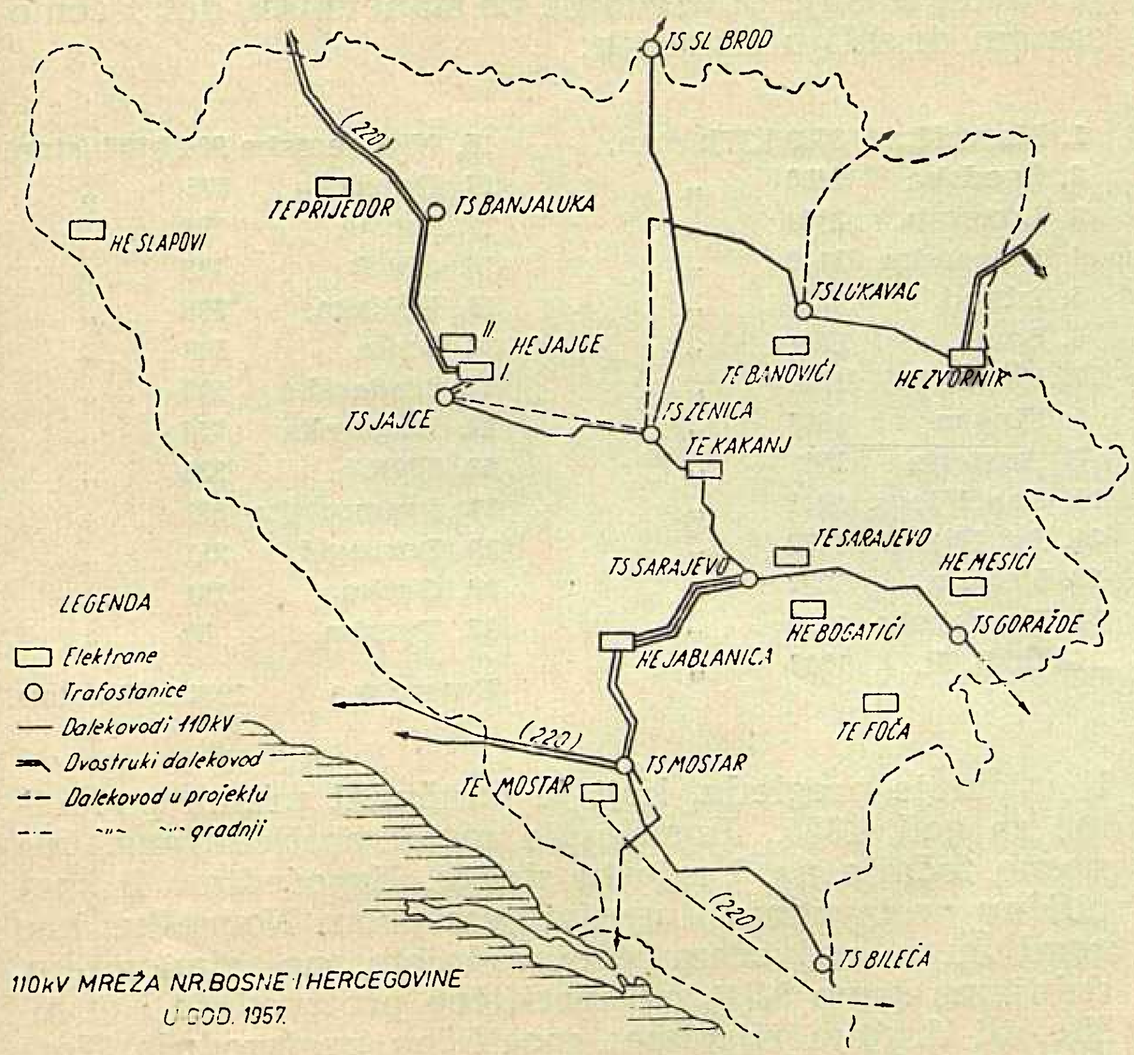
Godišnje trajanje korišćenja snage dosiže kod HE Konjic maksimum od 8 300 h/god. Još je visoko korišćenje kod HE Hrid 6 950, HE Vlasenica 5 700, HE Slapovi n/Uni 5 050 i HE Jablanica 5 000. Kod ostalih elektrana korišćenje je bilo znatno niže, osobito kod onih koje su predložene za rashodovanje (TE Mostar čak ispod 50 h/god.!).

2.3.2. Prijenosna mreža

Prijenosna mreža 110 kV u B i H se je tokom godine 1957. znatno pojačala puštanjem u pogon DV 110/220 kV Jajce—Zagreb. Osim što su puštanjem u pogon ovog dalekovoda prestale redukcije u zagrebačkom području, istovremeno su povezani i potrošači u banjalučkom području, koje je do tada bilo izolirano.

Mreža 110 kV približava se maksimalnom korišćenju, što je imalo za posljedicu pregaranje nekih veznih mostova na DV i preopterećenje strujnih trafoa, koji su postali usko grlo u prijenosu. Još se nije pristupilo sistematskom ispitivanju i analizi izolacionog nivoa, na koji treba podesiti odvodnike prenapona.

Ukupna visokonaponska mreža koncem 1957. iznosila je 2 308 km, od toga 989 km 110 kV i 1 319 km 35 kV. Bilo je 76 transformatorskih stanica prijenosnog napona 110/35 kV do 35/0,4 kV sa 140 kom. transformatora ukupne instalirane snage 389 MVA. Osim toga u elektranama Zajednice bilo je 20 transformatora ukupne instalirane snage 361 MVA.



110 kV mreža NR Bosne i Hercegovine u godini 1957.

2.4. Izgradnja elektroprivrednih postrojenja u 1957.

Investicije u elektroprivredi B i H u godini 1957. odvijale su se uglavnom na izgradnji ranije započetih objekata. Značajniji su slijedeći događaji:

— Građevinski je dovršena II. etapa u HE Jablanica
— 29. IX. 1957. puštena je u pogon HE Jajce I.
— Pušten je u pogon DV Jajce—Zagreb, i to u siječnju s obje trojke na dionici NR B i H i jednom trojkom na dionici NRH, a u srpnju sa oba sistema na cijeloj dužini.
— Završen je 220 kV dalekovod Mostar—Split.
— Priključeno je na mrežu 110 kV područje trafostanice Banja Luka 110/35 kV.
— Provizorno je priključena TS Bileće na mrežu 110 kV.
— Započeti su radovi na TS Mostar i Goražde.
— Potpuno je dovršen i pušten u pogon DV 35 kV Rogatica—Višegrad.
— Donesena je odluka da se pristupi gradnji II etape TE Kakanj.

Tokom 1957. dovršeni su, odnosno u gradnji, slijedeći kapaciteti:

Elektrane

HE Jablanica, agregat br. V. i VI. 2 × 24 MW, odn. 2 × 30 MVA
HE Jajce I, agregat br. I. i II. 2 × 24 MW, odn. 2 × 30 MVA

Dalekovodi

220 kV Jajce—Zagreb (dionice B i H) 7,4 km
110 kV Sarajevo—Ilijaš—Kakanj, 33,7 km
110 kV Sarajevo—Jablanica II, 53,4 km
220 kV Mostar—Split (dionica B i H) 50,5 km
110 kV Goražde—Plevlje (dionica B i H) 46,7 km
110 kV Zenica—Kakanj 28,0 km
35 kV Rogatica—Višegrad 27,5 km
35 kV Raštani—Lištica 19,5 km
35 kV Bihać—Petrovac—Drvar 74 km

Trafostanice

110/35 kV TS Banja Luka trafo 1 × 10 MVA, provizorni zaključak u pogonu
110/35 kV TS Bileća trafo 1 × 10 MVA, provizorni priključak u pogonu.
110/35 kV TS Lukavac trafo 1 × 20 MVA, trafo pušten u pogon.
35/10 kV TS Miljevina, trafo 1 000 kVA
35/10 kV TS Višegrad, trafo 400 kVA
35/10 kV TS Požarnica, trafo 400 kVA
35/0,4 kV TS Kijevo, trafo 100 kVA
35/0,4 kV TS Mokro, trafo 100 kVA
35/0,4 kV TS Podromanija, trafo 100 kVA
35/0,4 kV TS Mesići, trafo 100 kVA
35/0,4 kV TS Drinjača, trafo 100 kVA
35/0,4 kV TS Otoka, trafo 100 kVA
35/0,4 kV TS Zenica (C Blok), trafo 100 kVA
35/0,4 kV TS Doboj (Lipac), trafo 100 kVA
35/0,4 kV TS Ostrožac, trafo 100 kVA
35/0,4 kV TS Knežiće, trafo 50 kVA

U gradnji su:

35/10 kV TS Petrovac, trafo 400 kVA
35/10 kV TS Drvar, trafo 2 × 1 000 kVA
35/0,4 kV TS Oštrelj, trafo 1 000 kVA
35/10 kV TS Lištica, trafo 1 000 kVA.

Tokom godine utrošena su slijedeća sredstva (ukupna, bez obzira na fondove):

Hidroelektrane	2857,0 Din × 10^6
Termoelektrane	127,8 ,,
Mreža visokog napona	2194,8 ,,
Distributivna mreža	329,4 ,,
Studije i istražni radovi	160,7 ,,
Ukupno	5669,2 Din × 10^6

2.5. Financijsko poslovanje

Ukupno ostvarena proizvodnja i kupnja električne energije u godini 1957. veća je za 57,8% u odnosu na 1956., što je povoljno utjecalo na konačan financijski uspjeh Zajednice B i H, koji prema završnom računu za 1957. izgleda ovako:

Ukupna realizacija . .	Din 7,823.291.471
Vanredni prihodi . . .	Din 9.757.930
Ukupno	Din 7,833.049.401
Vanredni rashodi . . .	Din 9.337.414
Ostaje	Din 7,823.711.987
Rashodi	Din 7,883.380.719
Bruto dobitak .	Din 940.331.269

Prodaja je planirana sa 6 024 Din × 10^6 za 496 GWh, a ostvarena sa 6 182 Din × 10^6 za 517 GWh (12,14 Din/kWh : 11,93 Din/kWh).

Drago Kostanjšek

Literatura

1. Godišnjak 1957. Zajednice elektroprivrednih poduzeća NR Bosne i Hercegovine
2. Statistički godišnjak elektroprivrede FNRJ, Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, 1958.
3. Statistički godišnjak FNRJ, 1956, Savezni zavod za statistiku.

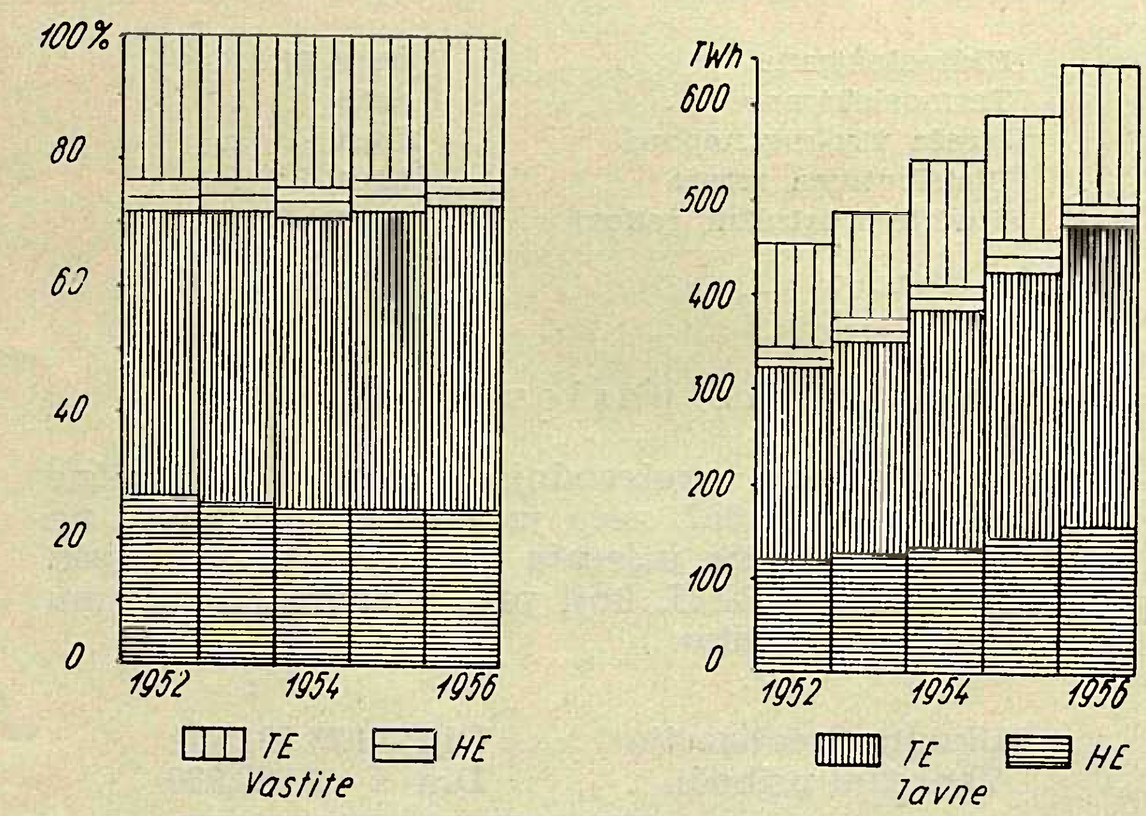
Elektroprivreda Evrope od 1952. — 1956.

U razdoblju tretiranom u ovom članku elektroprivreda Evrope postigla je svoj miran poslijeratni tok razvoja, koji se očituje ravnomjernim trendovima bilo kojeg aspekta elektroprivredne djelatnosti.
Tako je na primjer struktura proizvodnje vrlo čvrsta. Prema namjeni otpada na javne elektrane oko 72%, a ostatak od 28% na vlastite elektrane; variranje oko tih procenata iznosi samo oko 0,7%. Ako promatramo proizvodnju prema vrstama energije, onda je učešće prosječne hidroenergije u ukupnoj proizvodnji malo, oko 31%, a glavnina otpada na termoenergiju (69%); variranje iznosi oko 1%. Ova konstantnost očita je iz slike 1.
U tom razdoblju proizvodnja se je kretala ovako (u 10^9 kWh):

Neto proizvodnja električne energije u Evropi od 1952. do 1956. Tabela 1

Godina	Javne elektrane			Vlastite elektrane			Ukupno		
	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega
1952	119,7	202,8	322,5	24,2	103,5	127,7	143,9	306,3	450,2
1953	126,9	222,1	349,0	24,0	112,7	136,7	150,9	334,8	485,7
1954	136,1	249,0	385,1	25,8	129,6	155,4	161,9	378,6	540,5
1955	148,5	279,8	428,3	27,6	133,4	161,0	176,1	413,2	589,3
1956	160,6	309,9	470,5	26,6	144,9	171,5	187,2	454,8	642,0

Usprkos te konstantnosti može se zapaziti da učešće javnih elektrana u ukupnoj proizvodnji neprimjetno raste, a vlastitih opada. Isto tako učešće hidroproizvodnje lagano pada, dok termoproizvodnje raste.



Sl. 1. Struktura proizvodnje električne energije u Evropi.

Proizvodnja prema tabeli 1. prikazana je slikovito dijagramom slike 1, a po državama slikom 2.
Ukupni porast proizvodnje električne energije država Evrope za promatrano razdoblje vrlo je različit za razne zemlje, te iznosi kako slijedi:

1. Island	113 %	15. Luxemburg	40 %
2. FNRJ	88 %	16. Irska	40 %
3. Bugarska	78 %	17. Ist. Njemačka	39 %
4. Saar	72 %	18. Č. S. R.	35 %
5. Rumunjska	70 %	19. Vel. Britanija	34 %
6. Turska	67 %	20. Mađarska	33 %
7. Portugal	63 %	21. Švedska	32 %
8. SSSR	62 %	22. Belgija	28 %
9. Poljska	59 %	23. Danska	27 %
10. Zap. Njemačka	49 %	24. Italija	27 %
11. Nizozemska	46 %	25. Francuska	24 %
12. Finska	45 %	26. Norveška	24 %
13. Austrija	44 %	27. Švicarska	19 %
14. Grčka	43 %	Evropa	42 %

Ovaj pregled upućuje na osobito mjesto Jugoslavije među državama Evrope, t. j. na intenzitet izgradnje njenih elektroprivrednih poduzeća.
No taj visoki postotak porasta proizvodnje ne znači ujedno i visoki stupanj elektrificiranosti. Izradimo li pregled godišnje proizvodnje po stanovniku, dobit ćemo sasvim drukčiju situaciju:

1. Norveška	6620 kWh/stan.	15. Nizozemska	984 kWh/stan.
2. Švedska	3400 ,,	16. Danska	875 ,,
3. Luxemb.	3364 ,,	17. Italija	782 ,,
4. Švicarska	3108 ,,	18. SSSR	776 ,,
5. Island	2563 ,,	19. Poljska	596 ,,
6. Saar	1980 ,,	20. Irska	519 ,,
7. Vel. Brit.	1741 ,,	21. Mađarska	503 ,,
8. Finska	1610 ,,	22. Bugarska	254 ,,
9. Austrija	1541 ,,	23. FNRJ	236 ,,
10. Zap. Njem.	1521 ,,	24. Rumunjska	231 ,,
11. Ist. Njem.	1379 ,,	25. Portugal	211 ,,
12. Belgija	1232 ,,	26. Grčka	161 ,,
13. Francuska	1149 ,,	27. Turska	60 ,,
14. Č. S. R.	1043 ,,	Evropa	1021 kWh/stan.

U ovom je pregledu, koji je izračunat prema podacima za god. 1955., Jugoslavija među posljednjima, odnosno točnije na 5 mjestu straga. Usporedimo li specifičnu proizvodnju Jugoslavije s onom Norveške, kao zemljom s najvećom proizvodnjom po stanovniku, dobijemo samo 3,6% od specifične proizvodnje Norveške, ili drugim riječima: specifična proizvodnja Norveške je 28 puta veća od Jugoslavije. Isti postotak izračunat za Tursku, t. j. najslabije elektrificiranu zemlju, iznosi 0,9%; znači da je specifična proizvodnja Norveške veća 110 puta od specifične proizvodnje Turske.
Razvoj raspoloživih snaga na pragu elektrane kroz to razdoblje prilično se dobro poklapa sa trendom, a kretao se je ovako (u 1 000 MW):

Razvoj raspoloživih snaga država Evrope od 1952. — 1956. godine Tabela 2

Godina	Javne elektrane			Vlastite elektrane			Ukupno		
	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega
1952	30,2	49,7	79,9	5,9	29,4	35,3	36,1	79,1	115,2
1953	33,4	54,7	88,1	6,2	31,5	37,7	39,6	86,2	125,8
1954	36,5	60,5	97,0	6,5	34,2	40,7	43,0	94,7	137,7
1955	39,8	67,6	107,4	6,8	37,0	43,8	46,6	104,6	151,2
1956	44,5	73,8	118,3	7,0	39,0	46,0	51,5	112,8	164,3

Razvoj snaga po vrstama elektrana (HE i TE), kao i prema namjeni (javne i vlastite elektrane) lijepo se vidi iz tabele 3., koja predstavlja indeksne brojeve na bazi 1956. godine.

Indeks razvoja raspoloživih snaga država Evrope na bazi 1952. godine Tabela 3

Godina	Javne elektrane			Vlastite elektrane			Ukupno		
	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega
1952	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1953	111	110	110	105	107	107	110	109	109
1954	121	122	122	109	116	115	119	120	120
1955	132	134	133	115	126	124	129	132	131
1956	148	149	149	119	133	130	143	143	143

Iz ovoga se pregleda vidi da je razvoj javnih elektrana brži (indeks 149) nego vlastitih (indeks 130), dok je razvoj HE i TE u relativnom smislu jednak. Najsporiji je razvoj vlastitih hidroelektrana (119), a najbrži javnih termoelektrana (149).

Isti indeks za ukupne snage kod Jugoslavije iznosi 199, a kod Hrvatske 130, te dok je Jugoslavija na prvom mjestu u Evropi, NRH je na sedmom mjestu straga i ispod evropskog prosjeka.

Razvoj snaga po strukturi prikazan je posebno po vrstama elektrana i namjeni u tabelama 4 i 5.

Struktura snage prema namjeni

Tabela 4

Godina	Javne elektr.	Vlastite elektr.	Ukupno, %
1952	69,3	30,7	100,0
1953	70,0	30,0	100,0
1954	70,5	29,5	100,0
1955	71,0	29,0	100,0
1956	72,0	28,0	100,0

Struktura snaga prema vrsti elektrana

Tabela 5

Godina	HE	TE	Ukupno, %
1952	31,3	68,7	100,0
1953	31,5	68,5	100,0
1954	31,3	68,7	100,0
1955	30,8	69,2	100,0
1956	31,4	68,6	100,0

Udio snaga javnih elektrana u konstantnom je porastu, a vlastitih u padu, dok je odnos hidro i termo snage uglavnom podjednak u svim godinama.

Karakter linearnog porasta ima i potrošnja, kako ukupna, tako i po glavnim kategorijama potrošača (tabela 6, u 10^9 kWh).

Ova je potrošnja razrađena prema međunarodnim uzancama. Široka potrošnja obuhvaća: trgovinu, kućanstva, kućnu radinost, poljoprivredu, obrt i komunalne usluge.

Potrošnja električne energije u Evropi

Tabela 6

Godina	Raspoloživo za potrošnju	Od toga			
		Industrija	Saobraćaj	Široka potrošnja	Gubici prijenosa i distrib.
1952	460	296	19	99	46
1953	495	323	20	106	46
1954	544	354	21	118	51
1955	599	391	24	129	55
1956	655	426	26	143	60

Učešće pojedinih kategorija potrošača u ukupnoj potrošnji jednako je u svim promatranim godinama te iznosi za: industriju oko 65%, za saobraćaj oko 4%, za široku potrošnju oko 21,6%, a za gubitke oko 9,4%. Kod toga varijacija iznosi oko 0,3%. Porast potrošnje po kategorijama potrošača, izražen indeksnim brojevima prikazan je u tabeli 7.

Indeks potrošnje električne energije u Evropi (1952 = 100)

Tabela 7

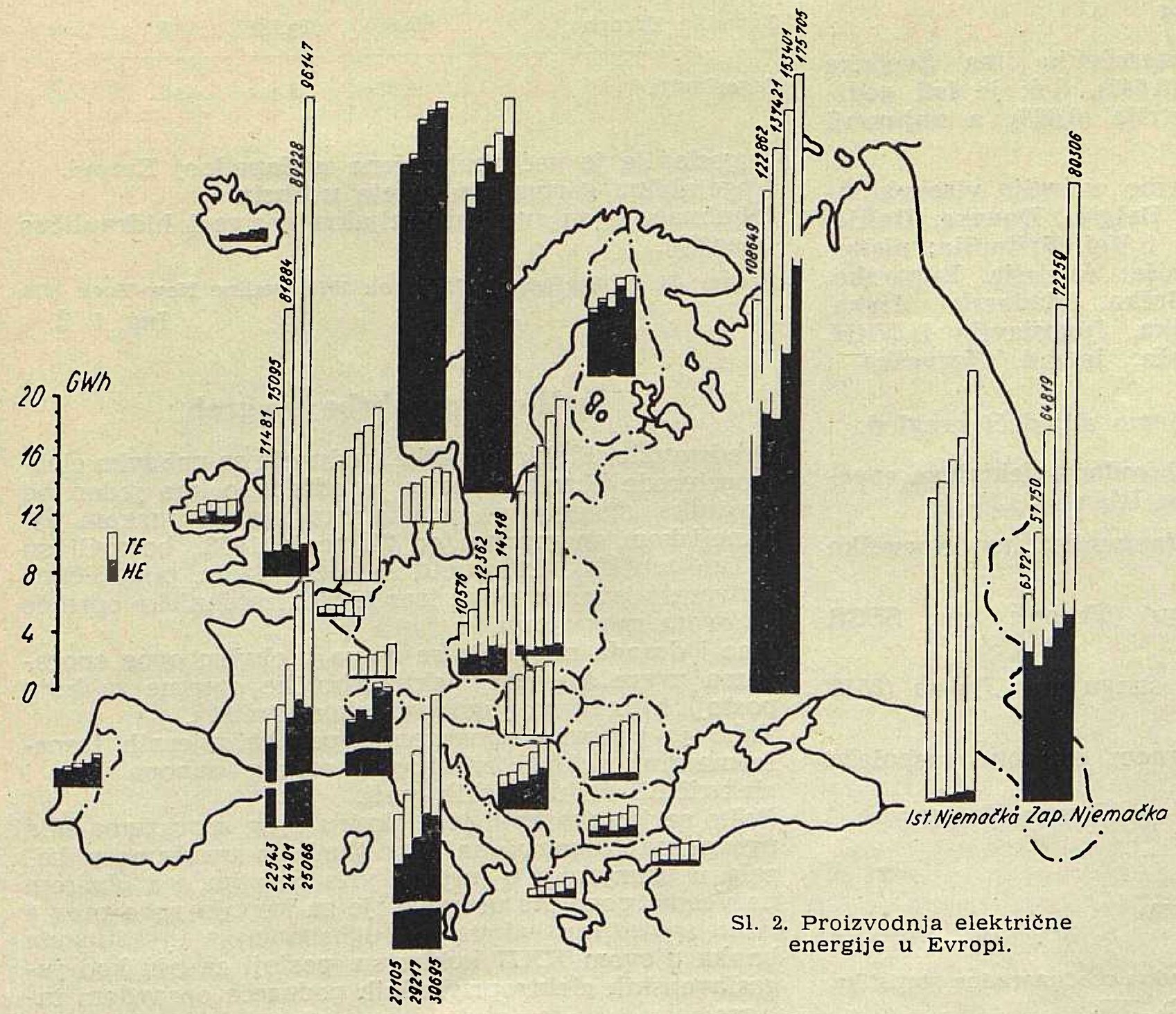
Godina	Raspoloživo za potrošnju	Od toga			
		Industrija	Saobraćaj	Široka potrošnja	Gubici prijenosa i razdiobe
1952	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1953	107,8	109,0	103,6	107,2	102,8
1954	118,3	119,4	109,8	119,1	112,9
1955	130,4	132,1	122,7	131,0	120,7
1956	142,5	143,9	132,4	144,3	132,0

Razvoj industrije vrlo je sličan razvoju široke potrošnje, te već naoko ukazuje na čvrstu korelaciju, što je vrlo korisna činjenica kod sastavljanja prognoza.

Zanima li nas učešće potrošnje industrije u ukupnoj potrošnji i uzmemo li na primjer godinu 1956. saznat ćemo da je najveće učešće industrije kod Luxemburga (91%), a najmanje kod Portugala (19). Ako države Evrope svrstamo u grupe prema postotku učešća potrošnje električne energije industrije u ukupnoj potrošnji, dobit ćemo slijedeću grupaciju:

0 — 20% Portugal
21 — 40% Irska, Danska, Island
41 — 60% Švicarska, Grčka, Vel. Britanija, Austrija, Norveška, Švedska, Italija, Turska, Španija
61 — 80% Nizozemska, Bugarska, Francuska, Jugoslavija, Zap. Njemačka, Mađarska, Finska, Ist. Njemačka, Rumunjska, Poljska, Belgija, SSSR, ČSR
81 — 100% Saar, Luxemburg

Kod toga su države unutar grupa svrstane po intenzitetu. Premda ovaj pregled ne može poslužiti kao mjerilo za ocjenu industrijalizacije promatranih ze-



Sl. 2. Proizvodnja električne energije u Evropi.

malja, ipak ukazuje na sličnost pojedinih zemalja, obzirom na industrijsku potrošnju.

Interesira nas da li postoje sličnosti u karakteristikama opterećenja, te ćemo proanalizirati slijedeće evropske države:

Dansku, Finsku, Austriju, Nizozemsku, Belgiju, Norvešku, Švicarsku, Švedsku, Italiju, Francusku, Zap. Njemačku, Vel. Britaniju, Irsku, FNR Jugoslaviju i NR Hrvatsku.

Godišnje trajanje opterećenja u visini instalirane snage u satima kretalo se je ovako:

Ispod 3000 sati — Danska
3000 — 3500 sati — Italija, Irska, NR Hrvatska, Nizozemska
3500 — 4000 sati — FNR Jugoslavija, Francuska, Švicarska, Vel. Britanija
4000 — 4500 sati — Austrija, Finska, Belgija
4500 — 5000 sati — Švedska, Zap. Njemačka
Preko 5000 sati — Norveška.

Godišnje trajanje maksimalnog opterećenja prikazano je slijedećim pregledom.

Ispod 4000 sati — Belgija
4000 — 4500 sati — Danska, Irska
4500 — 5000 sati — Finska, Francuska
5000 — 5500 sati — Nizozemska, Vel. Britanija, Švedska, Italija, NR Hrvatska
5500 — 6000 sati — FNR Jugoslavija, Zap. Njemačka, Švicarska, Austrija

Uzevši u razmatranje faktor varijabiliteta $\left(\frac{P_{min}}{P_{max}}\right)$, dobit ćemo slijedeće grupe država:

0,21 — 0,4 — Danska, Vel. Britanija, Nizozemska
0,41 — 0,6 — Irska, Zap. Njemačka, Belgija, Francuska, Italija, NRH, Finska, Švicarska, Švedska, Austrija
Preko 0,61 — FNR Jugoslavija

Najveći faktor dnevnog opterećenja ima Švedska (0,935), a najmanji Danska (0,645), dok je isti godišnji faktor najveći kod Austrije (0,668), a najmanji također kod Danske (0,460).

Od goriva za proizvodnju termo energije visokokalorične ugljene pretežno troše: Belgija, Danska, Italija, Nizozemska, Poljska, Španija i Vel. Britanija; niskokalorične ugljene i treset troše: Austrija, Bugarska, Čehoslovačka, Francuska, Grčka, Mađarska, Irska, Turska, SSSR, Zap. Njemačka, Jugoslavija i NRH. Tekuća goriva pretežno troše: Island, Norveška i Švedska.

Na koncu radi ilustracije dajemo slijedeći pregled:

— Najveći ukupni porast proizvodnje električne energije (prema 1952. god.) ima Island (113%)
— Najveću proizvodnju po stanovniku ima Norveška (6627 kWh/stanovniku).
— Najveću instaliranu snagu (ukupnu ima SSSR (42795 MW).
— Najveću hidro instaliranu snagu ima Italija (9513 MW).
— Najvećom termo instaliranom snagom raspolaže SSSR (34425 MW).

Drago Kostanjšek

Literatura

D. Kostanjšek, Elektroprivredna međunarodna statistika, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1958.

Proizvodnja električne energije u svijetu

	1937. GWh	1955. GWh	1955. Milijuna stanovnika	1955. kWh/stanovnik
Svijet — ukupno	450.700	1,539.400	2.691	572
Afrika	6.700	25.100	223	113
Sjev. Amerika	180.700	719.500	241	2.980
Južna Amerika	6.900	28.400	125	228
Azija	37.000	97.300	1.481	66
Evropa bez SSSR	177.000	475.600	409	1.163
Oceanija	6.000	23.400	14,6	1.600
SSSR	36.200	170.100	197	865

Prema: U. N. Statistical Yearbook 1956. godine New-York 1956.

Ing. I. Ž.

Potrošnja energije u svijetu

Preračunato na tone ekvivalentnog uglja

	1937. 1.000 tona	1955. 1.000 tona	1937. t/stanov.	1955. t/stanov.
Svijet	1,885.300	3,426.102	0,94	1,29
Afrika	22.000	57.429	0,15	0,26
Sjeverna Amerika	827.100	1,515.492	4,62	6,37
Južna Amerika	21.500	68.996	0,25	0,56
Azija (bez SSSR, Kont. Kine i Sjev. Koreje)	108.100	182.630	0,18	0,22
Oceanija	19.600	41.698	2,11	2,86
SSSR, Kontinentalna Kina i Ist. Evropa	298.000	770.000	0,42	0,85
Zapadna Evropa	589.000	789.856	2,16	2,52
Jugoslavija	2.789	8.321	0,18	0,47

Jugoslavija je već obuhvaćena u Zapadnoj Evropi.
Vegetabilna goriva nisu uzeta u obzir.
Obuhvaćena su sva komercijalna goriva i hidraulična energija.

Prema: U. N. Statistical Yearbook 1956. godine New-York 1956.

Ing. I. Ž.

Iz Elektroopskrbe, Zagreb

Predstavnici Elektroopskrbe, poduzeća za nabavke elektroprivrede Hrvatske, koje je određeno kao jedan od uvoznika opreme po madžarsko-jugoslavenskom financijskom sporazumu od 29. maja 1958., boravili su u Budimpešti i zaključili s madžarskim poduzećima ugovore o isporuci nove tranše elektrotehničke opreme po ovom sporazumu.

Kao i dosada nastojalo se da se u okviru ovog sporazuma uveze što više elektrotehničke opreme za koju postoji interes na jugoslavenskom tržištu.

Tako je ponovno ugovorena isporuka mjernih transformatora, sklopki visokog i niskog napona kao i električnih industrijskih peći.

Pošto se je roba koja je u okviru ovog sporazuma bila ugovorena i isporučena u prethodnim tranšama pokazala u primjeni i u pogonu vrlo dobrom, i s obzirom na veoma povoljne uslove koje za kupnju robe prema ovom sporazumu odobrava Jugoslavenska investiciona banka u svom XXII konkursu, postoji za nju kod jugoslavenskih elektroprivrednih poduzeća opravdani interes.

Utvrđuje se visina minimalnih ličnih dohodaka

Visina minimalnog ličnog dohotka za pojedinog radnika, privremeno je (dok se to propisima drukčije ne odredi), utvrđena sa 80% od iznosa plaće po tarifnom pravilniku. Minimalni lični dohodak je važna kategorija za raspodjelu ukupnog prihoda i za obračun dohotka s društvenom zajednicom. U 1957. godini, elektroprivreda je bila oslobođena od plaćanja saveznog poreza na dobitak. U godini 1958. ne postoji više savezni porez na dobitak kao ekonomski instrumenat društvenog plana za zahvatanje viška rada. Njega nadomješćuje »doprinos budžetu iz dohotka privredne organizacije«. Promjena nije samo u nazivu već i u načinu plaćanja, a osim toga ona je i u skladu s preustrojstvom strukture vrijednosti bruto-produkta. Nema više kategorije »cijene koštanja« kao sinteze troškova proizvodnje, amortizacije i režijskih troškova s plaćama po tarifnom pravilniku i pripadnim doprinosima za socijalno osiguranje i stambeni fond. Iz cijene koštanja su izlučene plaće s doprinosima i kao »lična primanja« s doprinosima uvrštene su u dohodak. Sinteza preostalih troškova reprodukcije nazvana je »troškovi poslovanja«. Na lična primanja plaća se doprinos budžetu prema progresivnoj skali i to za iznose, koji su iznad 125% privremenog minimalnog ličnog dohotka. Ako je na primjer tarifni stav iz 1957. godine Din 10.000 onda privremeni minimalni lični dohodak iznosi 80% t. j. Din 8.000, a doprinos budžetu se plaća tek na iznose, koji su iznad 125% minimalnog ličnog dohotka, t. j. za ovaj primjer tek preko iznosa od Din 10.000, dakle preko iznosa tarifnog stava. Ako elektroprivreda u 1958 godini bude oslobođena od plaćanja doprinosa iz dohotka privredne organizacije, budući da je ovaj kao teret cijene, analogan saveznom porezu na dobitak iz 1957., onda će minimalni lični dohodak još uvijek imati važnost, kao elemenat za sastavljanje tarifnih pravilnika.

Sada se već radi na definitivnom utvrđivanju visine minimalnih ličnih dohodaka. Za osnovicu služe rezultati »analitičke procjene radnih mjesta«. Prema projektu predviđeno je XVIII t. zv. »težinskih razreda«, dakle osamnaest nivoa minimalnih ličnih dohodaka. Pojedini težinski razred predstavlja u stvari težinu radnog mjesta, izraženu brojem bodova iz analitičke procjene radnih mjesta. Skala težinskih razreda izgleda ovako:

Težinski razredi	Broj osnovnih bodova	Raspon	Težinski razredi	Broj osnovnih bodova	Raspon
I	— 30		X	215 — 237	23
II	31 — 53	23	XI	238 — 260	23
III	54 — 76	23	XII	261 — 306	46
IV	77 — 99	23	XIII	307 — 356	50
V	100 — 122	23	XIV	357 — 402	46
VI	123 — 145	23	XV	403 — 448	46
VII	146 — 168	23	XVI	449 — 517	69
VIII	169 — 191	23	XVII	518 — 586	69
IX	192 — 214	23	XVIII	preko 586	

Vrijednost težinskog razreda raste ravnomjerno od I. do XI. razreda za 23 boda. Međutim vrijednost XII. razreda je u naglom porastu, jer je od XI. razreda teži čak za 46 boda. Još je veći porast XIII. razreda. Ovaj je od XII. razreda teži za 50 bodova, dok porast XIV. i XV. razreda ponovo pada na 46 boda. Poslije ovih, težina pojedinih razreda opet raste za 69 bodova.

Težinski razredi su odmjereni brojem osnovnih bodova iz analitičke procjene radnih mjesta, dakle bez konstantnog dijela dodatnih bodova. Dinarska vrijednost za jedan bod nije još zadana, no ona bi se mogla za nivo sadašnjih plaća procijeniti iz nekih postojećih elemenata za najniža radna mjesta. To su plaće te broj osnovnih i dodatnih bodova. Dinarska vrijednost jednog boda prema sadašnjim plaćama, dobila bi se kao kvocijent iznosa plaća radnih mjesta najnižeg težinskog razreda i sume njihovih osnovnih i konstantnih dodatnih bodova. Do sada se radilo sa 140 konstantnih dodatnih bodova.

Na razvrstavanju radnih mjesta u težinske razrede, počelo se raditi početkom oktobra o. g. Sve privredne grane koje su obavezne sprovesti analitičku procjenu radnih mjesta, rade sada na »objektivizaciji« svojih analiza i ocjena. Za svaku granu je odabrano nekoliko poduzeća raznih veličina, u kojima će se provjeriti analiza, stepenovanje i bodovanje svih radnih mjesta. Provjeru vrše t. zv. »gradske komisije« u zajednici s članovima komisije odabranog poduzeća. Iz elektroprivrede Hrvatske, odabrana su ova poduzeća: Elektrodalmacija, Split, Elektroprijenos, Split, HE Ozalj, TE Rijeka i Zajednica. Koordinaciju u tom radu vrše organi komisije Savezne industrijske komore.

Kada se izvrši razvrstavanje svih radnih mjesta u težinske razrede i kada se propiše dinarska vrijednost za jedan bod, onda će se vrlo lako doći do minimalnog ličnog dohotka za svakog radnika prema ovoj novoj osnovi. Pitanje je samo da li će se visine minimalnih ličnih dohodaka propisivati za pojedine težinske razrede ili još i za pojedina zanimanja svakog težinskog razreda u kojem bi slučaju trebalo izdati još i službenu nomenklaturu zanimanja. To bi bio zamašan posao. Najjednostavnije bi bilo, kad bi se minimalni lični dohoci propisivali samo prema težinskim razredima time, da razvrstavanje radnih mjesta, odnosno pojedinih zanimanja u težinske razrede sprovede privredna organizacija samostalno na temelju sistema i principa analitičke procjene radnih mjesta. Dinarska vrijednost boda ne će — kako izgleda — biti jednaka za sve privredne grane. Elektroprivreda će kod toga morati dobro razmotriti i analizama potkrijepiti svoj položaj u odnosu na druge privredne grane, kako obzirom na svoju ulogu i važnost u privredi, tako i obzirom na svoju platnu sposobnost. Platna sposobnost elektroprivrede je važna radi visokog kvalifikacionog sastava uposlenog kadra. Osiguranje odgovarajuće platne sposobnosti zavisi od propisa kojima se reguliraju struktura i elementi vrijednosti bruto-produkta, kao i tarifa za električnu energiju.

Razmatrajući pitanje odnosa prosječnih plaća u privredi, koristit će vidjeti te odnose u inozemstvu na primjer u Zapadnoj Njemačkoj s kojim podacima upravo raspolažemo. Prema izvještajima iz *Ringbuch der Energiewirtschaft*, Band III od VDEW, date su usporedbe prosječnih plaća od 1949. do 1954. za industriju i javnu elektroprivredu posebno za radnike i posebno za službenike, kako slijedi:

	1949	1950	1951	1952	1954
Radnici	prosječne nadnice po satu u DM				
Industrija	1,21	1,27	1,48	1,57	1,64
Elektroprivreda	1,39	1,41	1,62	1,74	1,82
Službenici	prosječne mjesečne plaće u DM				
Industrija	344,80	362,40	422,90	452,0	478,10
Elektroprivreda	378,70	391,80	441,0	483,0	525,0

Kao što je iz gornjeg pregleda vidljivo, plaće i nadnice u industriji i u elektroprivredi Zapadne Njemačke su u stalnom porastu — to vjerojatno u skladu s općim porastom cijena a i standarda života — no odnosi između nadnica i plaća industrije i elektroprivrede su ostali približno isti. Nivo plaća u elektroprivredi je za cca 10% viši od nivoa plaća u industriji. Pri tome treba uzeti još u obzir, da se gornji podaci odnose na javnu elektroprivredu, koja ne vodi u visini plaćanja, jer i nema tu slobodu kao privatna industrija sa slobodnim cijenama. *DF*

Dodaci za posebne uvjete života i rada u elektroprivredi

Sekretarijat za rad Saveznog Izvršnog Vijeća, naredbom broj 06—719/1 od 17. ožujka 1958 o postupku za utvrđivanje minimalnih osobnih dohodaka radnika privrednih organizacija (»Službeni list FNRJ« broj 11 od 19. ožujka 1958 — stranica 213 — 219) točkom 2. stav 2. odredio je i dodatke za rad, za posebne uvjete rada i dr. za sve drugo osoblje, osim osoblja zaposlenog u elektroprivredi. Drugim riječima, dodaci za posebne teže uvjete života i rada za osoblje elektroprivrede ne ulaze u osnovicu za utvrđivanje minimalnih osobnih dohodaka (do donošenja Zakona o minimalnim osobnim dohocima).

Elektroprivredne organizacije, t. j. poduzeća udružena u Zajednice elektroprivrednih poduzeća time su dovedena u nesrazmjerno teži položaj od poduzeća, koja zaposluju osobe, koje imaju kesonski i tunelski dodatak, dodatak za rad u vodi, dodatak za posebne uvjete rada aviomehaničara i dr.

Pretpostavljamo da Sekretarijat za rad Saveznog Izvršnog Vijeća pri donošenju naprijed navedene naredbe nije imao u vidu da je rješenjem Saveznog Izvršnog Vijeća R. p. br. 417 od 1. prosinca 1955. o povećanju nivoa tarifnih stavova u tarifnim pravilnicima privrednih poduzeća udruženih u Zajednice elektroprivrednih poduzeća (»Službeni list FNRJ« broj 53 od 1. prosinca 1955. i »Službeni list FNRJ« broj 55 od 14. prosinca 1955 točkom 2.) određeno, da će Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, zajedno sa Centralnim odborom sindikata metala izvršiti raspodjelu prosječnog povećanja, uzimajući u obzir — između ostalog — i »uvjete rada i uvjete života u svakom poduzeću«.

Uputstvom od 28. IX. 1955. što ga je izradila mješovita komisija Centralnog odbora sindikata metalskih radnika Jugoslavije i Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, dodatak za posebne teže uslove života osoblja I. i II. kategorije u elektroprivrednim objektima, predviđen je za točno određeno osoblje, odnosno za točno određene elektroprivredne objekte. Od tada unaprijed u Zajednice elektroprivrednih poduzeća udružena elektroprivredna poduzeća, pored tarifnih stavova, utvrđenih u tarifnim pravilnicima, isplaćivala su vlastitom osoblju i određene dodatke za posebne teže uvjete rada i teže uvjete života.

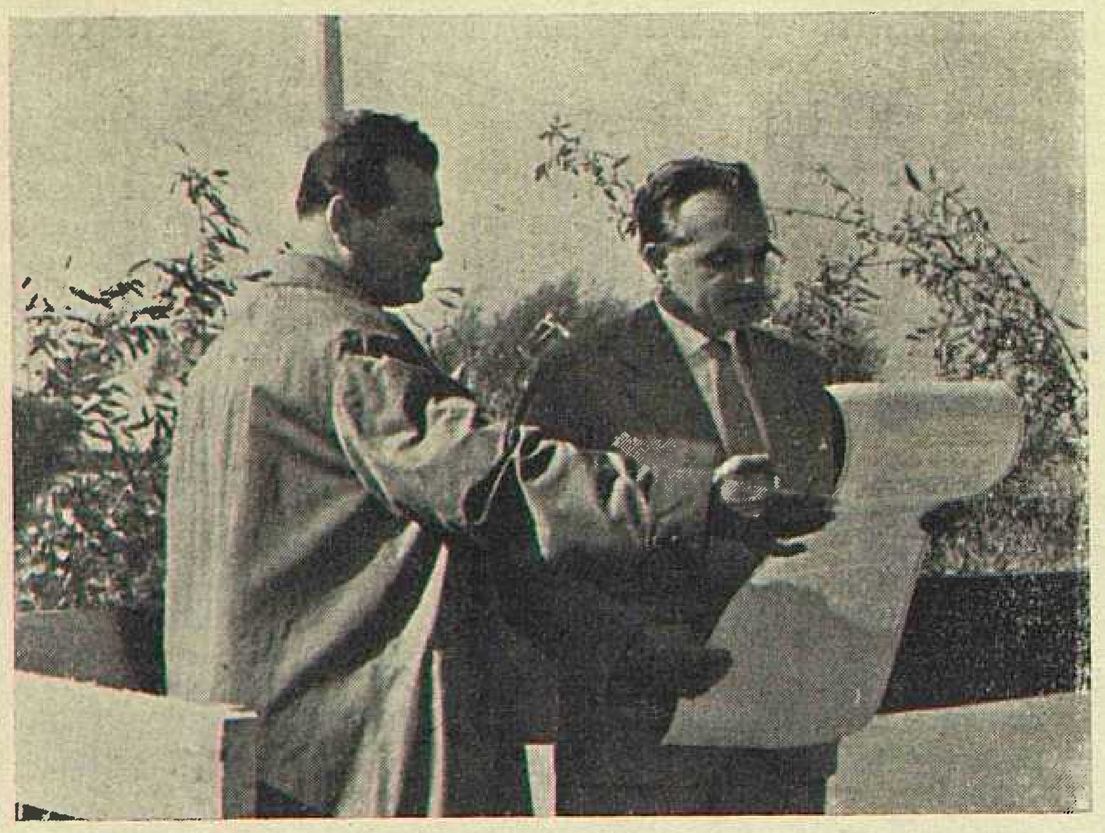
Činjenica da je konkretnim uputstvom, donijetim na temelju konkretnog rješenja Saveznog Izvršnog Vijeća, režim plaća u elektroprivredi podešen na način sadržan u dotičnom uputstvu, upućuje da je naknadno, navedenom naredbom Sekretarijata za rad SIV-a položaj elektroprivrednih poduzeća, koja isplaćuju posebne dodatke za teže uvjete života odnosno teže uvjete rada, nesrazmjerno teži od drugih poduzeća kojima je omogućeno da dodatke, navedene u stavu 2 točke 2 citirane naredbe isplaćuju i da ovi dodaci ulaze u osnovicu za utvrđivanje minimalnih osobnih dohodaka.

Naš je stav, da bi bilo vrijedno, da pozvani organi Zajednice elektroprivrednih poduzeća odnosno Zajednice jugoslavenske elektroprivrede poduzmu potrebne korake kod nadležnih u Sekretarijatu za rad SIV-a, da se u naprijed navedenoj naredbi učine ispravci tako, da i dodaci za teže uvjete rada i teže uvjete života, koje isplaćuju elektroprivredne organizacije, udružene u Zajednice elektroprivrednih poduzeća, ulaze u osnovicu za utvrđivanje minimalnih osobnih dohodaka — kako je to slučaj kod poduzeća avionskog saobraćaja, u pomorstvu — kod posade, koja plovi u tropskim krajevima, i dr.

D. Š.

VIJESTI IZ PODUZEĆA, ZAJEDNICE I INSTITUTA

Polaganje temeljnog kamena za zagrebačku Toplanu



Sl. 1. Direktor Toplane čita povelju. (Desno drug Draušnik, lijevo drug Šercl)

Već dugo godina osjeća se potreba, da se u gradu Zagrebu podigne lokalna termoelektrana, koja će biti u mogućnosti da u slučajevima smetnja na dalekovodima ipak dade gradu najnužniju električnu energiju. Prema naprednom stanovištu energetike treba takve elektrane izgraditi kao t o p l a n e, koje uz električnu energiju daju gradu i toplinsku energiju za grijanje i za industrijsku proizvodnju. Ovo stanovište uvaženo je i kod projektiranja nove zagrebačke toplane.

Nakon mnogih poteškoća pitanje izgradnje suvremene toplane u Zagrebu poprimilo je konkretne forme i već se započelo pripremnim radovima, tako da se 18. listopada moglo obaviti polaganje temeljnog kamena. Toj

S. 2. Učesnici proslave. (Od lijeva: drug Maslarić, drug Holjevac, drug Damjanić)

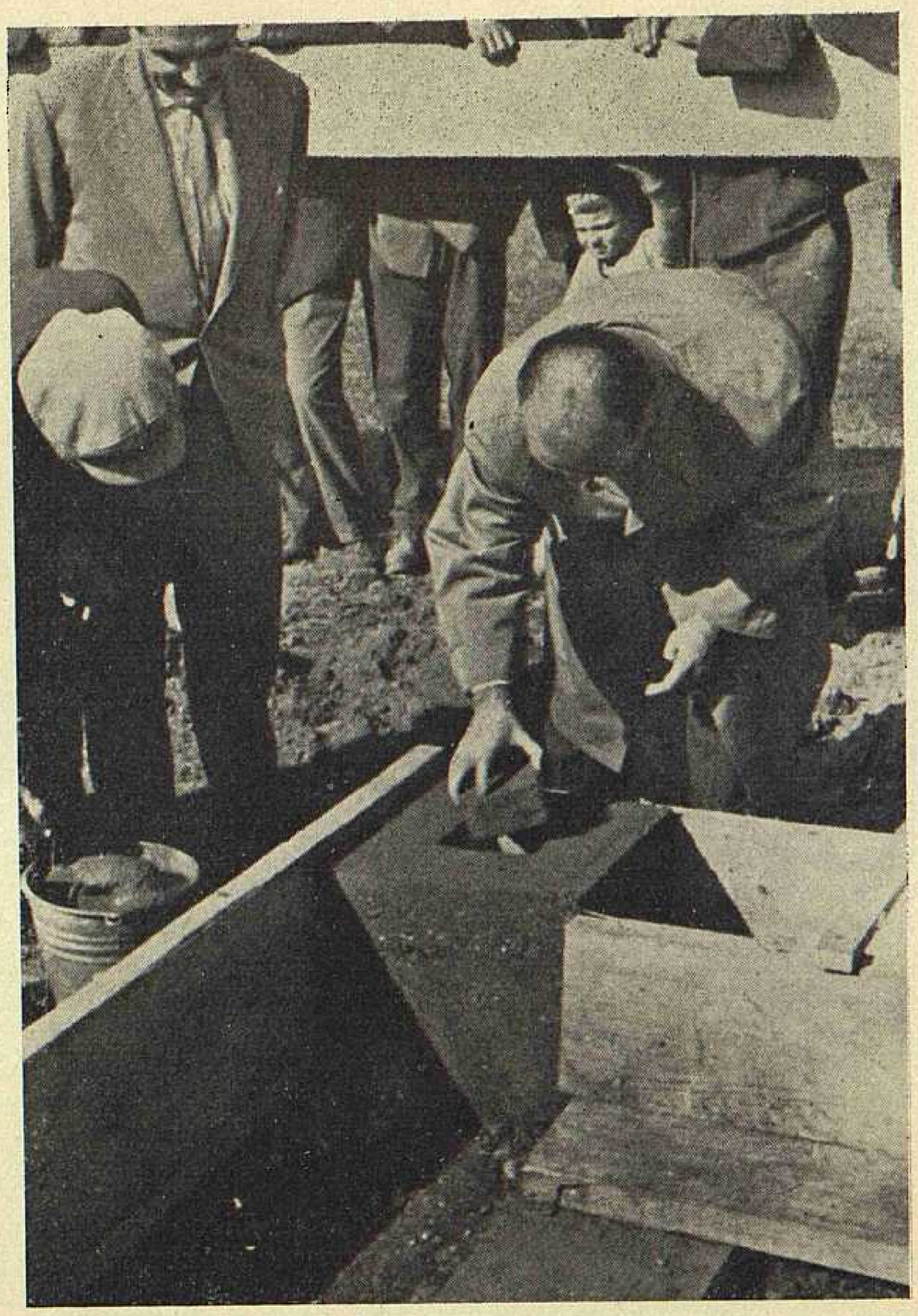
svečanosti prisustvovali su predsjednik NO grada Zagreba drug Većeslav Holjevac, potpredsjednik Izvršnog vijeća Sabora Božidar Maslarić, član Izvršnog vijeća Sabora drug Baltić, potpredsjednik NO grada Zagreba drug Kolar, te veći broj privrednih rukovodilaca i kulturnih radnika. Od strane elektroprivrede bio je prisutan glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske drug Damjanić sa većim brojem stručnjaka, te konačno direktor Toplane drug Draušnik i tehnički rukovodilac drug Šercl sa projektantima. Drug Holjevac ugradio je u temelj toplane prigodnu povelju.

Gradilište nove toplane nalazi se jugoistočno od grada u produženju ulice Svetice udaljeno od rijeke Save oko 120 m, a od Jakuševačkog mosta 720 m, u blizini utoka Ivanje Rijeke u Savu. U prvoj etapi izgradnje toplana će imati 2 kotla za loženje ugljenom prašinom s učinom od 125/160 t/h svježe pare, 100 atp, 530 °C. Uz dodatno loženje zemnim plinom moći će se učin svakog kotla povisiti na 180 t/h pare. Osim toga montirat će se 2 parne turbine po 32 MW s 2 reguliranа oduzimanja pare, jedno kod 7 ± 2 ata, a drugo kod 0,5 — 2,5 ata. Para iz prvog oduzimanja služit će kao tehnološka para u procesima pojedinih tvornica, dok će se para iz drugog oduzimanja koristiti za grijanje stanova i javnih zgrada. Svaka turbina moći će dati oko 100 t/h pare, što odgovara po pr. 8,2 MW snage; ostatak pare preradit će turbina u kondenzacionom postupku u električnu energiju (23,8 MW). Računa se, da će Toplana davati godišnje oko 220 000 kWh.

Za prijenos topline postavit će se dva »toplovoda«, jedan za razvod pare u industrijske svrhe, a drugi za razvod vruće vode za grijanje objekata. Prvi toplovod imat će u prvoj izgradnji oko 15 km cijevi 350—400 mm Ø (izolacija vunom od drozge 90—100 mm debljine), te povratni vod za kondenzat 100 mm Ø (s izolacijom od 40 mm debljine). Za daljinsko grijanje objekata postavit će se u toplani prenosnik topline, koji će proizvoditi pregrijanu vodu od 120 °C, a ova će se cjevovodom razvoditi po gradu. Ta sekundarna mreža bit će dugačka preko 8 km, sa cijevima od 300 mm Ø za prijenos vruće vode (izolacija 100/70 mm debljine), a od 150 mm Ø za povrat vode u toplanu (izolacija 50/40 mm). U prvoj etapi izgradnje računa se s potroškom pare od 800 000 t na godinu, od toga oko 600 000 t za industrijske svrhe, a oko 200 000 t za grijanje.

U kasnijim etapama postavit će se još dva kombinirana agregata i 2 protutlačna agregata od 10 i 16 MW. Glavni generatori od 40 MVA bit će u bloku vezani na sistem 110 kV, dok će ostali generatori biti spojeni na sistem 30 kV. Sama toplana bit će priključena vodovima 110 kV na TS Resnik s jedne strane, a na TS Rakitje s druge strane. Ti će vodovi činiti dio obilaznih vodova 110 kV za vezu istočnih i zapadnih glavnih napojnih transformatorskih stanica grada Zagreba. Kad bude izgrađena velika transformatorska stanica 220/110 kV u Mraclinu, Toplana će se povezati i s ovom čvornom stanicom. Osim toga činit će Toplana već u prvoj izgradnji važno čvorište 30 kV, odakle će polaziti vodovi i kabeli za napajanje gradskih stanica 30 kV.

Po sadašnjem investicionom programu računa se sa troškovima izgradnje od nešto preko 7 milijardi dinara, ali se sada upravo vrši proširenje investicionog programa, pa će se investicioni iznos povisiti (oko 20%). Cijena *električne energije* bit će vrlo povoljna obzirom na moderne strojeve i na istodobnu proizvodnju industrijske pare. Prema sadašnjim kalkulativnim elementima računa se, da će 1 milijun kilokalorija *topline* kod konzumenta stajati oko Din 1200.— za industrijsku paru, a oko Din 2800.— za grijanje zgrada. To će dati znatne uštede prema neposrednom potrošku ugljena u malim postrojenjima konzumenata. Ušteda će se za konzumente odnositi na novčane iznose, a za narodnu privredu na racionalnije korištenje goriva i uštede na ugljenu. Opskrbno područje nove Toplane za davanje toplinske energije ležat će u prvoj etapi između rijeke Save i željezničke pruge, koja presijeca grad, sve do Savske ceste. Mnogi tvornički pogoni već se zanimaju za tvornička gradilišta na tom području.



Sl. 3. Predsjednik NOGZ Holjevac ugrađuje povelju u temelj Toplane.

Na taj način nova Toplana odigrat će važnu ulogu u energetskom gospodarstvu grada Zagreba.

Prof. ing. V. Žepić

Desetgodišnjica časopisa »Elektroprivreda«

Mjeseca listopada godine 1958, časopis *Elektroprivreda* navršio je 10 godina svog uspješnog pionirskog rada kao publikator radnih iskustava i mišljenja naših i stranih stručnjaka o raznim ekonomskim i tehničkim problemima s područja izgradnje elektroenergetskih objekata, elektrifikacije naših sela i gradova i elektrogospodarstva uopće.

Prvi brojevi časopisa izlaze kao *Bilten* Biroa za unapređenje proizvodnje Saveznog Ministarstva elektroprivrede, a tek se 1. siječnja 1949. *Bilten* pretvara u časopis *Elektroprivreda*. U razdoblju od proteklih 10 godina časopis se nije borio samo za svoju afirmaciju putem solidnog izvršenja namijenjenih mu zadaća, već i za svoj opstanak. Početkom 1950., rasformirano je

Ministarstvo elektroprivrede, pa časopis *Elektroprivreda* zajedno s mnogim drugim stručnim publikacijama dolazi pod ingerenciju Izdavačkog poduzeća bivšeg Savjeta za energetiku i ekstraktivnu industriju.
Ovo poduzeće je imalo zadaću da likvidira sve do tada izlazeće časopise, koji nemaju uvjeta i materijalne osnove za opstanak. Pod tim okolnostima *Elektroprivreda* izlazi i dalje, no likvidacijom spomenutog Izdavačkog poduzeća gubi svoju materijalnu osnovu. Međutim zahvaljujući postignutom stručnom ugledu, zatim inicijativi jedne grupe stručnjaka te podršci Instituta *Nikola Tesla* i financijskoj pomoći elektroprivrednih poduzeća časopis prebrođuje krizu pa dosljedan povjerenoj mu zadaći i dalje razvija stručnu misao elektroprivrede te izmjenjuje stečena iskustva s naših gradilišta i elektroenergetskih objekata u eksploataciji.
Godine 1954. elektroprivredna poduzeća osnivaju svoje stručno udruženje Savez jugoslavenske elektroprivrede, pa časopis postaje službeni organ tog saveza, a kasnije 1955. i organ Zajednice jugoslavenske elektroprivrede čijim osnutkom prestaje djelovati Savez jugoslavenske elektroprivrede.
Časopis *Elektroprivredu* u prvo vrijeme uređuje samo jedan redakcioni odbor u Beogradu, a od godine 1952. djeluju i republički redakcioni odbori sa zadatkom da prikupljaju, odabiru i sređuju radove stručnjaka i suradnika na svojem području. Danas ima 25 redaktora od toga 9 u centralnom redakcionom odboru u Beogradu i 16 redaktora u republičkim odborima. Jedan od članova odbora je sekretar i voditelj poslova. Redaktori su stručnjaci i funkcioneri različitih ustanova i organizacija s područja elektroprivrede i drugih djelatnosti. U odboru su zastupljene elektroprivredne zajednice, instituti, Zavod za privredno planiranje, projektantske organizacije, elektroindustrija i fakulteti.
Prvi glavni urednik bio je rukovodilac Biroa za unapređenje proizvodnje pri Ministarstvu elektroprivrede FNRJ ing. Herman Mattes, zatim, kad se *Bilten* pretvara u časopis *Elektroprivreda,* glavni urednik postaje ing. Petar Nikolov, upravitelj Instituta za elektroprivredu, a tehnički redaktor ing. Igor Jezopov. Konačno, koncem 1951. dužnost glavnog urednika preuzima ing. Vladimir Ljubojević, a tehničko vodstvo ing. Dragutin Zarić, koji u tom svojstvu uspješno djeluju još i danas.
U toku proteklih 10 godina, časopis je imao oko 200 suradnika uglavnom domaćih stručnjaka. Objavljen je cijeli niz stručnih članaka, rasprava i informacija. Razmatrani su i rješavani problemi hidroelektrana, termoelektrana i toplana, pa postrojenja dalekovoda i razvodne mreže, zatim problemi opreme, pa elektronike, klimatizacije, mjerenja, nuklearne tehnike, elektroenergetske dispečerske službe, radničkog samoupravljanja, organizacije, ekonomike i financiranja, tarifne politike, faktora snage, statistike, platnog sistema i mnogih drugih.
Današnja naklada časopisa *Elektroprivreda* iznosi 1.500 brojeva sa preko 1.200 pretplatnika u zemlji i inostranstvu od kojeg broja jedna polovica otpada na ustanove, i biblioteke, a druga polovica na pojedince, inženjere, ekonomiste i druge. Najveći broj pretplatnika t. j. 381 nalazi se u užoj Srbiji a 271 u Hrvatskoj, zatim dolaze Bosna i Hercegovina sa 178, pa Slovenija sa 140, Makedonija sa 109, Vojvodina sa 57, Crna Gora sa 30, inostranstvo sa 26 i Kosmet sa 15 pretplatnika.
Časopis *Elektroprivreda* je postigao reputaciju solidnog stručnog glasila jugoslavenske elektroprivrede pa se kao takav afirmirao i u drugim zemljama. On danas vrši zamjenu sa 25 raznih inostranih stručnih časopisa u 13 zemalja.
U Jugoslaviji, časopis *Elektroprivreda* vrši zamjenu sa časopisima »Elektrotehnički vjesnik«, Ljubljana, »Tehnika«, Beograd, »Energija«, Zagreb, »Elektrotehnika«, Zagreb, »Izgradnja«, Beograd, »Ekonomski pregled«, Beograd, »Nikola Tesla«, Beograd, »Telekomunikacije, Beograd i »Tehnički pregled«, Beograd.
Časopis *Elektroprivreda* je 29. listopada 1958 proslavio svoj jubilej i održao prijem za pokretače časopisa, suradnike i prijatelje u Klubu inženjera i tehničara Srbije u Beogradu. Ovom prijemu prisustvovali su uzvanici iz svih krajeva zemlje.
Energija i ovim putem čestita časopisu *Elektroprivreda* prvi decenij njegovog uspješnog rada, raduje se postignutim rezultatima i stručnom ugledu i želi mnogo daljnjeg uspjeha u budućem radu na razvitku naše elektroprivrede.

D. F.

Sa zasjedanja Upravnog odbora ZEPH

IV. REDOVNO ZASJEDANJE UPRAVNOG ODBORA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE ODRŽANO JE DNE 25. VII. 1958

Upravni odbor je donio organizacione šeme prijenosnih i proizvodnih poduzeća

Na ovom zasjedanju donesen je jedan veoma važan zaključak: riješeno je pitanje organizacije elektroprivrednih poduzeća udruženih u Zajednicu. Ovo pitanje je već dosta dugo bilo tema na nizu raznih sastanaka i zasjedanja. Ako se ima u vidu važnost normativa radne snage, i što se sve temelji na tim normativima, onda nam mora biti jasno da je pitanje organizacije bilo svakodnevna tema.
Komisija za sistematizaciju i platni sistem Zajednice radila je puna dva mjeseca na tom problemu, da bi ga nakon toga u obliku organizacionih šema podnijela na odobrenje UO Zajednice. Iz diskusije, koja se vodila na zasjedanju UO moglo se zaključiti, koliko je ovo bilo potrebno i koliko će se olakšati organima samoupravljanja i rukovodiocima udruženih poduzeća daljnji rad. Donošenjem organizacionih šema nastao je drugi problem, koji se doduše ne može smatrati velikim problemom, ali u svakom slučaju zaslužuje punu pažnju.
Kod mnogih poduzeća, stupanjem na snagu organizacione šeme pojavio se višak radne snage, jer su poduzeća, radeći bez organizacione šeme i nehotice stvorila veći broj radne snage, nego što to sada predviđa organizaciona šema. Da bi se organizacija po novim šemama provela što je moguće lakše, donesen je zaključak da se višak radne snage nastao primjenom organizacione šeme stavi sa sadašnjim tarifnim stavom van organizacione šeme i da se iz toga broja popunjavaju radna mjesta u organizacionoj šemi, uz pretpostavku, da određena osoba ima potrebne školske kvalifikacije. Za svu onu radnu snagu, koju poduzeće ne bude moglo uklopiti u organizacionu šemu, dostavit će se izvještaj Komisiji za sistematizaciju i platni sistem Zajednice, koja će nakon što prouči kompletnu problematiku podnijeti prijedlog UO na koji će se način pristupiti rješenju toga problema.

Korištenje sredstava amortizacionog fonda

Kako je zakonodavac omogućio da se sredstva pojedinih fondova mogu udružiti, to je UO donio zaključak da udružena poduzeća u cjelini udruže svoja sredstva amortizacije. Ova odluka ima za posljedicu racionalnije trošenje amortizacionih sredstava, pa joj se zbog toga treba i pridati važnost. Naime, ranije kada sredstva nisu bila udružena, pojedino poduzeće nije bilo u mogućnosti, zbog malog iznosa sredstava amortizacionog fonda, da poduzme neke zamašnije radove na obnovi postrojenja i sl., a sada mu se ta mogućnost pruža, s obzirom da neka poduzeća ne koriste svoja sredstva u cijelom iznosu. Na ovaj način će se pružiti

stanovita pomoć poduzećima, koja inače imaju manja sredstva amortizacije.
Sredstva tako udruženog amortizacionog fonda imaju se dijeliti po odredbama pravilnika, koji će donijeti upravni odbor. Ovim zaključkom je ujedno stavljena i zabrana poduzećima da stvaraju nove obaveze na račun tih sredstava bez odobrenja upravnog odbora.

Izdvajanje područnih ureda Sl. Požega i Sl. Brod iz sredstava »Elektroslavonije«, Osijek, u samostalna poduzeća

Od upravnog odbora je zatraženo, prema odredbi čl. 29. Zakona o elektroprivrednim organizacijama, da dade svoje mišljenje o osnivanju, odnosno o osamostaljivanju područnih ureda Sl. Požega i Sl. Brod. Nakon provedene diskusije konstatirano je da takav prijedlog mora biti potkrijepljen odlukom organa samoupravljanja »Elektroslavonije« i obrazloženjem kojeg daju NO-i određenih kotara. Ovo obrazloženje mora sadržavati sve ekonomske i tehničke prednosti ili manjkavosti stvarajući novo poduzeće. Na temelju ovakovih dokumenata daje se mišljenje o osnivanju odnosno osamostaljivanju poduzeća. Budući da kod ovoga traženja nije priležala sva dokumentacija, to je zatraženo od nadležnih NO kotara, pa će se tek onda pristupiti razmatranju.

Uzdržavanje đaka u Domu elektroprivredne škole

Pitanje Elektroprivredne škole i Đačkog doma još uvijek nije riješeno za ovu Zajednicu. To rješenje se očekivalo u ovoj godini, naime očekivalo se da će elektroprivreda dobiti svoj fond za kadrove kao još neke grane.
Razmatrajući ovo pitanje UO je donio zaključak da Zajednica dotira Đačkom domu potreban iznos, pa da se iz toga iznosa uzdržavaju đaci koje upućuju udružena poduzeća na školovanje u Elektroprivrednu školu. Ovaj zaključak rezultira otuda što ovakav kadar treba pojedinim poduzećima, a ta poduzeća nemaju sredstava kojima bi ih mogla stipendirati. Ovaj zaključak se za sada ograničava samo na đake udruženih poduzeća, a kako u školu i u dom upućuju i distributivna poduzeća svoje đake, to je zaključeno da će se, ukoliko se u distributivnim poduzećima pojavi isto stanje kao i kod udruženih poduzeća, to razmatrati posebno sa Stručnim udruženjem distributera.

V. REDOVNO ZASJEDANJE UPRAVNOG ODBORA ODRŽANO JE 5. IX. 1958.

Davanje garancija za izgradnju elektroenergetskih objekata koji se grade iz OIF-a

Pitanje garantnih pologa za izgradnju elektroenergetskih objekata još uvijek nije riješeno. Radi se, naime, o tome da bi kod gradnje tih objekata trebalo osloboditi investitora garantnog pologa ili bar riješiti da investitor ne daje takove pologe, odnosno u tom iznosu. Iako je Zajednica poduzela stanovite mjere u tom pravcu ipak to pitanje nije riješeno onako kako je predlagano, pa je stoga upravni odbor na svom zasjedanju zaključio da se dadu garancije za podizanje zajma kod Jugoslavenske investicione banke, a za gradnju onih objekata, koji su ušli u plan izgradnje za godinu 1958. kao i za one objekte, koji su već započeti gradnjom. Ujedno je zaključeno da se garantni polozi ne mogu isplatiti iz sredstava Zajednice za godinu 1958., već da se pričeka dok SIV ne odredi propisima iz kojih će se to izvora financirati.

Izvještaj stručne komisije o tehnički i ekonomski najboljem rješenju za vođenje investicija na hidroelektranama Dubrovnik i Grančarevo

Za izgradnju HE Trebišnjice i Grančarevo UO Zajednice osnovao je stručnu komisiju, koja je imala ispitati sve ekonomske i tehničke uvjete izgradnje jedne ili dviju elektrana, naime osnivanje jednog ili dvaju gradilišta, te da dade prijedlog UO-u kako smatra da je najbolje pristupiti izgradnji. Komisija u svom izvještaju, koji je podnijela UO-u stoji na stanovištu, pa to i predlaže, da izgradnju vode dva investitorska poduzeća i to HE »Dubrovnik« sa sjedištem u Dubrovniku i HE »Grančarevo« sa sjedištem u Trebinju. Ovakav stav Komisije UO je u cjelini prihvatio, te zadužio upravu Zajednice da sa tim stavom upozna nadležne organe.

VI. REDOVNO ZASJEDANJE UPRAVNOG ODBORA ODRŽANO JE 6. XI. 1958.

Osnivanje poduzeća u izgradnji HE »Dubrovnik«

Na temelju izvještaja stručne komisije, koji je podnijet na prošlom zasjedanju kao i saglasnosti NO kotara Dubrovnik i ostalih organa nadležnih za osnivanje poduzeća donijet je zaključak da se osniva poduzeće u izgradnji HE »Dubrovnik« sa sjedištem u Dubrovniku. Za direktora poduzeća postavlja se drug Bazdan Mato. Poduzeće se osniva sa 1. XI. 1958. Donesen je također zaključak o utvrđivanju broja radnih mjesta kao i iznosa osobnih dohodaka radnicima hidroelektrane. Kod određivanja visine osobnih dohodaka rukovodio se UO, odnosno Komisija za sistematizaciju i platni sistem, već postojećim plaćama u poduzećima u izgradnji »Dalmatinske hidroelektrane«, HE »Gojak« i »Toplana Zagreb«.
Zadužen je glavni direktor da izvrši potrebne radnje za izvršenje ovoga zaključka. Prema tome u sastav elektroprivrede ulazi još jedno novo poduzeće, za sada u izgradnji, a kasnije poduzeće, koje će proizvoditi električnu energiju i poboljšati našu energetsku situaciju.

Izvještaj komisije za stipendije

Komisija za stipendije i uzdizanje kadrova pri upravnom odboru podnijela je opširan izvještaj u kojem je obuhvaćena specijalizacija u inozemstvu, stipendije u zemlji i primjena nove naredbe o visini stipendije na fakultetima i školama.
Iz izvještaja je vidljivo da je Komisija dosta radila na odabiranju tema za specijalizaciju, kao i njihovoj obradi za godinu 1959. Valja napomenuti da je Komisija dala prijedlog za oko 50 raznih tema iz oblasti elektroprivrede. Od prihvaćenih tema naša Zajednica je dobila 5, Zajednica Srbije 6 i t. d. Također je podijeljeno i 9 stipendija za studij u zemlji i to: 5 na elektrotehničkom fakultetu, 3 na ekonomskom i 1 na strojarskom, dok će 5 stipendija na STŠ-i u Zagrebu biti podijeljeno kasnije.
Također je prihvaćen i prijedlog Komisije o povišenju stipendija stipendistima Zajednice, prema naredbi o visini stipendije. Na kraju je UO usvojio izvještaj Komisije u cjelini i odobrio način njenog rada.

Postavljen je novi direktor u HE »Gojak«

Pošto je drugu Vicku K a l o đ e r a odobreno pohađanje Više privredne škole u Zagrebu, a time i oslobođenje dužnosti direktora HE Gojak, to je za novog direktora postavljen drug ing. Dimitrije P r i b i ć, dosadašnji tehnički rukovodilac elektrane.

Određivanje organa društvene kontrole nad poduzećima u izgradnji

Do sada poduzeća u izgradnji nisu imala nikakav organ društvene kontrole osim nadzora, koji je vršio osnivač, no na prijedlog Izvršnog Vijeća Sabora osnovat će se organ društvene kontrole, u koji će ući predstavnici IV Sabora, NO kotara na čijem području je poduzeće u izgradnji, predstavnici osnivača i predstavnici dotičnog poduzeća u izgradnji. Koja će biti nadležnost toga organa, kao i zadaci bit će sadržano u posebnom pravilniku, koji će donijeti UO, no ta nadležnost će se svakako kretati u okvirima, koje je predložilo IV Sabora.

Mirko Jovanović

Savjetovanja s ložačima i strojarima u vezi toplinske racionalizacije u pogonima

Uz preporuku i saglasnost Savezne industrijske komore Toplinski odjel Instituta za elektroprivredu organizirao je i proveo savjetovanja sa ložačima parnih kotlova.
Svrha ovih savjetovanja bila je:

1. Upoznavanje ložača sa važnošću racionalnog ložena parnih kotlova sa gledišta jugoslavenske privrede uopće.
2. Davanje konkretnih smjernica za poboljšanje rada u kotlovnicama.
3. Različite mogućnosti premiranja ložača sa gledišta veličina i opremljenosti postrojenja.

Kako bi ova savjetovanja imala što širi značaj, to je Institut za elektroprivredu pozvao na saradnju i Inspekciju parnih kotlova NRH, kao i Društvo strojara i ložača. Sve organizacije su se putem svojih predstavnika odazvale i pomogle da su savjetovanja imala puni uspjeh.
Za savjetovanje je izdana posebna knjiga *Štednja goriva u pogonu parnih kotlova* sa slijedećim sadržajem:

Ing. Zdenko Sakar
Značaj i organizacija toplinske racionalizacije

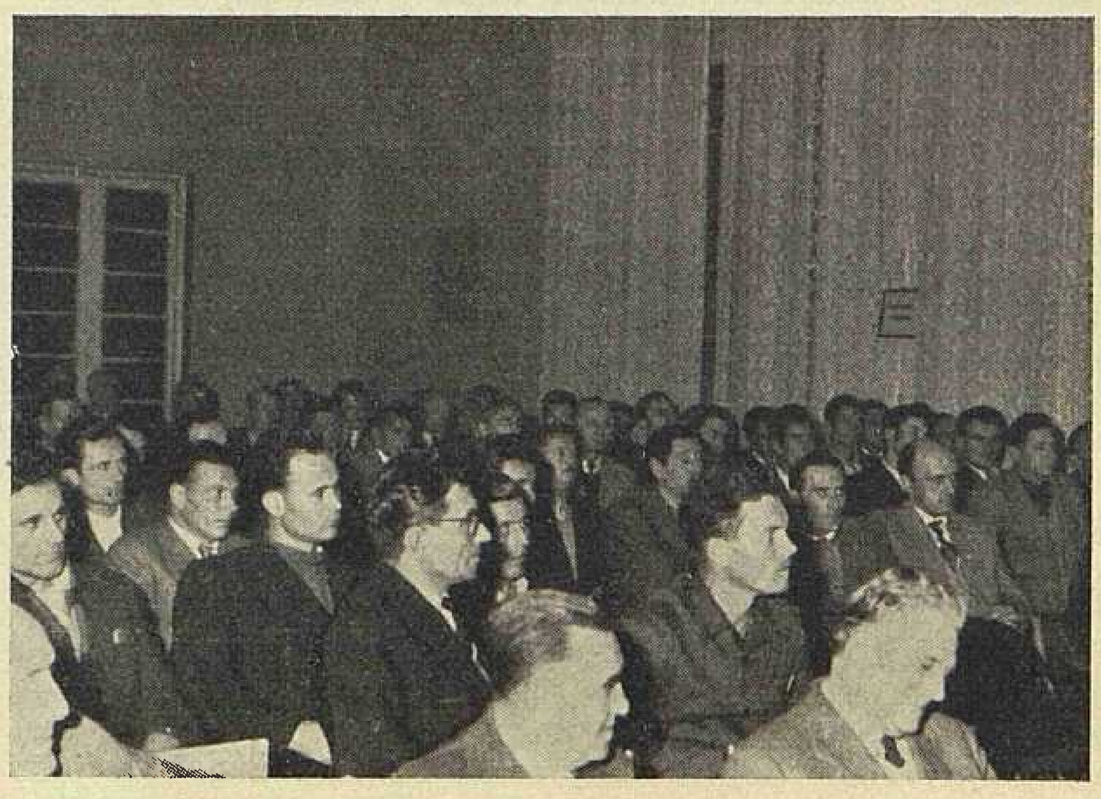
Ing. Ivo Jamnicki
Goriva, sagorjevanje i vođenje pogona parnih kotlova

Ing. Slavko Jenik
Upliv stanja parnih kotlova i kotlovnice na sigurnost pogona i štednju goriva

Ing. Jakob Lucati
Premiranje ložača stabilnih parnih kotlova

Uvodnu riječ dao je predstavnik Društva strojara i ložača drug Kumbatović, koji je govorio o nužnom bržem uzdizanju ložačkih kadrova i o značaju ovog uzdizanja za ekonomski napredak naše zemlje. Savjetovanja su održana u slijedećim mjestima, a prisustvovanje je bilo kako slijedi:
Za kotar Karlovac i Sisak održan je seminar u Karlovcu sa 320 prisutnih; za kotar Rijeka i Pula održan je seminar u Rijeci sa 300 prisutnih; za kotar Split, Zadar, Šibenik održan je seminar u Splitu sa 260 prisutnih; za Zagreb grad i kotar održan je seminar u Zagrebu sa 200 prisutnih; za kotar Osijek, Vinkovci, Vukovar održan je seminar u Osijeku sa 250 prisutnih. Na kraju svakog savjetovanja podijeljena je ložačima knjiga *Štednja goriva u pogonu parnih kotlova.*

Na savjetovanjima bio je prikazan kratkometražni tonfilm, *CO_2 i promaja.* Film je na vrlo uvjerljiv način prikazao na koje sve načine može ložač parnog kotla uspješno voditi pogon, a uz optimalnu potrošnju ugljena. Film je posuđen od Engleske Nacionalne industrijske organizacije za korištenje goriva (National Industrial Fuel Efficiency Service — skraćeno NIFES), koja je na polju toplinske racionalizacije u višegodišnjem radu postigla zavidne uspjehe.



Savjetovanje strojara i ložača u Splitu.

Nakon savjetovanja razvila se je diskusija koja je u 3 navrata prekinuta iza 22 sata. Velika zainteresiranost naših ložača za bolje gospodarenje toplinom vrlo je pohvalna činjenica. Ovo je tim značajnije kada znamo da 1% uštede goriva u Jugoslaviji znači uštedu od 1,7 milijardi dinara godišnje (Vidi *Ekonomska opravdanost toplinske racionalizacije u FNRJ,* Institut za elektroprivredu, Zagreb 1957.).

Gornje činjenice nas navode da je nužno uz ostale mjere za postizavanje bolje toplinske ekonomije pristupiti i temeljnom i trajnom radu na uzdizanju naših ložača parnih kotlova, kako bi u budućnosti mogli stati i na ovom polju uz bok naprednih industrijskih zemalja.

III. Redovna skupština Jugoslavenskog elektrotehničkog komiteta

U Opatiji bila je 6. listopada 1958. održana III. redovna skupština Jugoslavenskog elektrotehničkog komiteta (JEK). Ova je skupština bila u toliko značajna, što su na njoj konačno riješeni svi odnosi s ostalim ustanovama i organizacijama, pa će se sada JEK moći potpuno posvetiti svom osnovnom zadatku.

Od II. skupštine održane 20—21. prosinca 1955. bio je rad Komiteta koncentriran na organizacione probleme. S jedne se strane tražilo, da JEK bude organ Savezne komisije za standardizaciju (SKS), a s druge da uđe u Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Jugoslavije (SMEITJ). Iz mnogih razloga ni jedno ni drugo rješenje ne bi moglo u cijelosti zadovoljiti potrebe JEK-a, pa se Izvršni odbor odlučio, da se JEK organizira kao samostalno tijelo. Podrškom Udruženja jugoslavenske elektroindustrije mogle su biti izvršene potrebne formalnosti i u rujnu 1957. deset je građana (članova Izvršnog odbora) zatražilo osnivanje JEK-a kao samostalne društvene organizacije. Državni sekretarijat za unutrašnje poslove FNRJ odobrio je 3. prosinca 1957. osnivanje i rad JEK-a i potvrdio predloženi Statut.

Po članu 3 tog Statuta »JEK je nacionalni komitet Međunarodne elektrotehničke komisije (IEC u Ženevi) kako u zemlji tako i u inostranstvu s tim, što je u IEC učlanjena Savezna komisija za standardizaciju, koju JEK zastupa u IEC«. Na taj način uklonjeni su svi nesporazumi i uspostavljena mogućnost najuže saradnje sa SKS-om i sa SMEITJ-om. Skupština u Opatiji bila je dakle u neku ruku osnivačka skupština JEK-a u njegovom konačnom obliku.

Iz *izvještaja Izvršnog odbora* može se razabrati, da su Tehnički odbori Komiteta uspješno vršili svoje funkcije i u vrijeme, dok odnosi JEK-a još nisu bili stabilizirani. Izvršni odbor rješavao je tekuću problematiku u vezi rada IEC na internacionalnom polju. *Tehnički odbori JEK-a* bili su ono mjesto, gdje se odvijala osnovna djelatnost tog Komiteta. U Jugoslaviji djelovao je 61 tehnički odbor i pododbor, što u glavnom pokriva čitavo područje rada IEC. U tri posljednje godine, koje obuhvaća izvještaj, ti su odbori sudjelovali na rješavanju tehničkih problema svojih odgovarajućih međunarodnih odbora sa 19%. Na gotove prijedloge, koje je IEC dostavljao na glasanje

po pravilu od 6 mjeseci, odnosno od 2 mjeseca, jugoslavenski tehnički odbori odgovarali su u prosjeku sa 50%.

Na izradi *nacionalnih standarda*, međutim, jugoslavenski tehnički odbori razvili su značajnu djelatnost. Saveznoj komisiji za standardizaciju bilo je u zadnje tri godine predloženo 28 raznih elektrotehničkih standarda, od kojih je SKS poslije propisanog postupka već izdao 15, dok se ostali nalaze još u postupku. Osim toga treba posebno spomenuti »Propise za dalekovode«, koje je izradio Tehnički odbor TO 19, a izdao ih Savezni sekretarijat za industriju. Ovo su savremeni propisi, koji po svom sastavu nadmašuju i mnoge slične inozemne propise.

Sudjelovanje Jugoslavije na *međunarodnim sastancima* postalo je intenzivnije poslije godišnjeg sastanka IEC u Opatiji 1953. i ako je na sjednicama međunarodnih tehničkih odbora bilo sudjelovanje naših stručnjaka dosta ograničeno, već prema važnosti predmeta za naše prilike i prema deviznim mogućnostima domaćih poduzeća.

Rad skupštine vodio je dosadašnji predsjednik ing. E. Blum. U pitanju saradnje na međunarodnom planu delegati nisu bili zadovoljni sadašnjim stanjem, pa su bili doneseni zaključci, da novi Izvršni odbor ozbiljno poradi na tome,

a) da se s mjerodavnim organima vlasti načelno riješi pitanje redovnog odašiljanja delegata JEK-a na sastanke IEC i njezinog Akcionog komiteta i da se u tu svrhu osiguraju potrebna devizna sredstva;

b) da se omogući interesiranim privrednim poduzećima, da troškove za svoje saradnike, koji sudjeluju u radu kojeg međunarodnog tehničkog odbora, mogu pokrivati iz materijalnih sredstava i da ti troškovi ne terete platni fond poduzeća.

U diskusiji izraženo je bilo mišljenje, da rad tehničkih komiteta zadovoljava, ali da treba pospješiti izdavanje nacionalnih standarda, kad su jednom izrađeni prijedlozi.

U smislu Statuta skupština je podijelila sekretarijate za 4 nova tehnička odbora, za TO 7 (elektrotehnički aluminij) zadužila Izvršni odbor, da nađe prikladnog nosioca, a Tehničkom odboru TO 29 (na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu) preporučila, da osnuje komitet eksperata, jer za to postoji potreba kod domaće industrije. Delegati su predložili, da se Izvršni odbor postara za formiranje i onog malog broja tehničkih odbora, koji u Jugoslaviji još ne postoje, kako bi se pokrio potpuni djelokrug IEC.

Budući da *CEE — Commission Internationale de Réglementation en vue de l'Approbation de l'Équipement Électrique* sa sjedištem u Holandiji još nema svoj nacionalni komitet u Jugoslaviji, a organizacija je važna i za našu zemlju, bilo je na skupštini zaključeno, da Izvršni odbor ispita mogućnost, da JEK preuzme taj nacionalni komitet. Djelokrug te organizacije naslanja se na radni program IEC na području električnih aparata (potrepština) niskog napona i instalacionog materijala.

Na skupštini je došla do izražaja obostrana želja i spremnost, da sada započne iskrena i živa saradnja sa Savezom mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Jugoslavije (SMEITJ) na problemima, koji su od odlučne važnosti za obje organizacije.

Pitanje *kvalitetnog znaka* za elektrotehničke proizvode široke potrošnje bilo je također diskutirano i bila je prihvaćena deklaracija, kojom se zahtijeva uvađanje kvalitetnog znaka radi sigurnosti pri upotrebi takovih proizvoda, jer se potencijal opasnosti i učestale nesreće stalno povećavaju.

Izabrani *novi Izvršni odbor JEK-a* konstituirao se još za vrijeme skupštine. Predsjednik je ing. V. Kundić, potpredsjednik dr. ing. I. Obradović i dr. ing. V. Bedjanič, generalni sekretar ing. R. Vasiljević, a članovi su ing. E. Blum, ing. B. Ribić, ing. B. Vajda i ing. V. Žepić. U slijedećem periodu sjedište je JEK-a u Sarajevu (kod »Elektroprojekta«).

Članarine JEK do sada nije ubirao, nego je najnužnija sredstva dobivao od Udruženja jugoslavenske elektroindustrije. Kako sada JEK počinje urednim poslovanjem, donesena je odluka, da se od 1. 1. 1959. ubire članarina, koja će se određivati prema ukupnom godišnjem brutto-produktu članova po preliminarnoj skali odobrenoj na skupštini.

Poslovnik o radu skupštine JEK-a bio je primljen u načelu na kraju skupštine, a Izvršni odbor dobio je ovlaštenje, da ga konačno izradi na temelju smjernica iz diskusije.

Poslije ove uspješne skupštine JEK će moći da u punom opsegu razvije svoju djelatnost.

Prof. Ing. V. Žepić

Važniji pogonski događaji

U MJESECU OŽUJKU 1958.

4. III. Ukopčan 110 kV vod Nedeljanec-Söjtör (Mađarska) u 10,27h.
9. III. Zbog radova u BiH 110 kV Doboj-Brod bez napona nekoliko sati.
10. III. Vod Bileće-Dubrovnik van pogona 4 sata zbog proboja provodnog izolatora u TS Bileće.
22. III. Vod Mostar-Kraljevac 110 kV van pogona 8 sati radi prekida jedne faze. Raspad 110 kV sistema Dalmacija i gubitak 29 MW.
29. III. Vod Bileće-Dubrovnik 0—24 sati. Redukcija 12 MWh.
30. III. Vod Bileće-Dubrovnik van pogona od 0—15 sati Redukcija 9,0 MWh.

U toku mjeseca bilo je nekoliko olujnih dana i kao posljedica ispad pojedinih 30 i 110 kV vodova. Ti dani su 1, 2, 3, 8, 12, 14, 21, 22, 29. ožujka 1958.

U TRAVNJU

1. IV. DV 110 kV Zagreb-Jajce van pogona do daljnjega, 12,07h radi rušenja stupa kod Bos. Krupe.
3. IV. Iskopčan transformator 110/30 kV u TS Matulji zbog remonta. Redukcija 20 MWh.
4. IV. Ispad TS Brijest 110/30 kV radi kvara na regulacionoj sklopci.
DV 110 kV Vinodol-Rakitje iskopčan radi kvara na strujnom transformatoru.
U HE Kraljevac probio generator br. 2.
Ispad 110 kV sistema u Dalmaciji.
8.—12. IV. Ispad TS Brijest radi kvara na regulacionoj sklopci.
13. IV. Ukopčan ponovo 110 kV vod Zagreb-Jajce, (5,16h).
Radovi u TS Brijest. Vod Brod-Brijest pod naponom 30 kV.
17. IV. Eksplodirao naponski transformator mjernog polja u TS Lozovac.
19. IV. TS Županja van pogona radi kvara na ventilu parovoda.

U SVIBNJU

5. V. U TE Vlaška izgorio motor pumpe kondenzatora TA 1.
15. V. U TE Borovo pregorio generator 1.
17. V. TE Đakovo ušla u remont u 21 sat.

U LIPNJU

2. VI. U TS Šibenik eksplodirao naponski transformator, koji je oštetio i drugi naponski transformator.
U HE Miljacka eksplodirala sklopka grupe 2. generatora. Požar oštetio i susjedne ćelije.
6. VI. Zbog iskapčanja voda Mostar — Jablanica redukcija u Dugom Ratu 16,0 MWh.
13. VI. Izgorio strujni trafo u TS Bileće. Redukcija 15,0 MWh. DE Dubrovnik ušla u pogon.
Na DV Lozovac—Miljacka (II) palo dozemno uže na zemlju
14. VI. Redukcija u Dubrovniku 16,5 MWh.
15. VI. Redukcija u Dubrovniku 8,0 MWh.
16. VI. Redukcija u Dubrovniku 3,0 MWh.
18. VI. Proboj transformatora u TS Pula. Redukcija 20,0 MWh.
19. VI. Redukcija u Puli 20,0 MWh.
20. VI. Redukcija u Puli 20,0 MWh.
22. VI. Zbog radova na DV Bileće — Dubrovnik gubici u Dubrovniku 13,0 MWh.
23. VI. U TS N. Gradiška na odvodu za Međurić eksplodirao strujni transformator.
24. VI. Raspad 110 kV sistema u Dalmaciji. Uzrok dvopolni zemni spoj na DV Šibenik — Mostar, te nemogućnost manevriranja uslijed loših telefonskih veza. Gubitak 52,9 MWh.
28. VI. TE Đakovo van pogona radi čišćenja bazena za rashladnu vodu. Vod Bileće — Dubrovnik bio 9 puta van pogona. Djelovala prekostrujna zaštita.
30. VI. Uslijed kvara na kotlu 1. u TE Vlaška — redukcija u Istri 10,0 MWh.

U SRPNJU

2. VII. Kvar na rashladnoj pumpi u TE Vlaška. Zbog toga u 23,03 prekinut remont DV 110 kV Matulji—Raša i vod stavljen u pogon.
3. VII. Uslijed dozemnog spoja na DV 110 kV Pekre-Kidričevo, djelovali rastavni releji u TS Brestanica, TS Kidričevo i HE Vinodol. Područje Istre ostalo bez energije. Gubici 5,5 MWh
4. VII. Radi dozemnog spoja na području LRS-a ispad 110 kV mreže. Potrošači u Istri i zagrebačkom području bez energije.
11. VII. Nastavljen remont DV 110 kV Matulji-Raša.
13. VII. Radi radova u TS Bileće — konzum Dubrovnika bez energije. DV 110 kV Doboj—Brod ušao u remont u 6,00 sati. Zbog remonta dnevne redukcije na području Slavonije 40,0 MWh.
17. VII. Završen remont DV 110 kV Doboj—Brod u 11,20 sati.
21. VII. U TE Jugovinil kvar na kotlu broj 2. Ponovno prekinut remont DV 110 kV Matulji—Raša radi loših naponskih prilika i kvara na kotlu u TE Vlaška.
23. VII. Remont DV 110 kV Resnik—Jajce. Radi nevremena ispadi 110 kV vodova. Istra bez energije.
Radi zemnog spoja djelovali rastavni releji, te se NRH odvojila od LRS-a. Ispad 110 kV sistema u Dalmaciji od 7,38—8,20. Uzrok: ispad TE Kakanj. Zbog toga i redukcije na području Slavonije.
24. VII. Radi dozemnog spoja djelovali rastavni releji. Konzum NRH odvojen od LRS-a.
31. VII. Završen remont DV 110 kV Resnik—Jajce u 17,00 sati. Nije stavljen pod napon, jer radovi u HE Jajce nisu bili dovršeni.

U KOLOVOZU

1. DV 110 kV Resnik—Konjščina ušao u remont.
3. DV 120 kV Nedeljanec—Stöjtör ušao u remont u 23,16 sati.
TS 110/35 kV Sl. Brod bez napona od 5.30—14,03 radi radova u TS Doboj. Redukcije u Slavoniji radi toga 24 MWh.
7. Raspad 110 kV sistema u Zap. Hrvatskoj. Uzrok: veliko nevrijeme.
8. Radi dozemnog spoja na DV 110 kV Laško—Pekre NRH se odvojila od LRS. Djelovala sva tri frekventna relea.
12. Zbog ispada HE Jablanica redukcije u Dalmaciji u Željezari Šibenik 15 MWh.
14. Na dalekovodu Mostar—Jablanica prekid dozemnog užeta koje izaziva uslijed njihanja kratki spoj kod nevremena.
Zbog niske frekvence ispad TV Ražine. Ispad 30 kV vodova u Dalmaciji zbog nevremena sa gubitkom od 44 MWh.
15. DV 110 kV Rakitje — Vinodol ušao u remont u 7,25 sati.
Uslijed velikog nevremena ispad 110 i 30 kV vodova na području Zap. Hrvatske i Istre.
17. Redukcije u Dalmaciji (22 MWh) radi popravka dozemnog užeta na dalekovodu Mostar—Jablanica.
19. Probijen trafo 4 MVA u TE Županja.
21. Radi velikog nevremena ispad 110 kV vodova u Zap. Hrvatskoj. Gubitak 25 MWh.
TE Jugovinil van pogona radi kvara na ekonomajzeru — redukcije 20 MWh.
25. U svrhu ispitivanja temeljnog ispusta ispušteno 10—15 cm vode u jezeru Bajer.
Uslijed uskog grla transformacije u TS Split — redukcije 9 MWh.
26. Isto — redukcije 30,7 MWh.
27. Isto — redukcije 18,5 MWh.
28. Isto — redukcije 17,4 MWh.
29. Isto — redukcije 20,6 MWh.
30. Isto — redukcije 11,8 MWh.
Tokom prve polovine mjeseca često je ispadao vod 35 kV Bileća—Dubrovnik radi nevremena.

U RUJNU

1. IX. Radi uskog grla u TS Split reduc. 15,4 WMh.
2. IX. Radi uskog grla u TS Split reduc. 13,3 MWh.
3. IX. Radi uskog grla u TS Split reduc. 12,7 MWh.
4. IX. Radi uskog grla u TS Split reduc. 13,5 MWh.
5. IX. Radi uskog grla u TS Split reduc. 16,0 MWh.
Procurio pregrijač pare u TE Osijek. gubici 1 MWh.
6. IX. Radi uskog grla u TS Split reduc. 10,8 MWh.
7. IX. Radi uskog grla u TS Split reduc. 5,0 MWh.
8. IX. Ušao u pogon TA 2 u TE Jugovinil u 11,29^{h}.
Radi uskog grla u TS Split reduc. 2,7 MWh.
9. IX. U TS Divači u 14 sati išao u pogon trafo 20 MVA, čime je znatno poboljšano snabdijevanje konzuma u Istri.
Radi uskog grla u TS Split reduc. 3,7 MWh.
15. IX. Završen remont 110 kV Rakitje — Vinodol I. Vod stavljen u pogon u 9,50^{h}. Vod 110 kV Rakitje — Vinodol II. u remontu.
16. IX. Radi loše energetske situacije provedene redukcije u željezari Šibenik u iznosu od 90 MWh.
17. IX. TE Jugovinil TA 1 od 6,33 — 10,10 van pogona radi oštećenja cijevi kondenzatora.
Redukcija u željezari Šibenik 118 MWh.
18. IX. Redukcija u željezari Šibenik 118 MWh.
Kotao br. 2 TE Vlaška izišao iz pogona radi začepljenja kotla.
TA i u TE Jugovinil van pogona radi oštećenja cijevi u kondenzatoru u vremenu od 22,05 do 03,20^{h}.
19. IX. Redukcija u željezari Šibenik 131 MWh.
20. IX. Redukcija u željezari Šibenik 135 MWh.
21. IX. Redukcija u željezari Šibenik 138 MWh.

21. IX. Tokom dana varijacije frekvencije od 47 do 51 Hz.
22. IX. Redukcije u željezari Šibenik 130 MWh.
23. IX. Redukcije u željezari Šibenik 125 MWh.
24. IX. Uslijed preopterećenja 7 puta ispadao vod Jajce — Rakitje i Jajce — Konjščina. Prekidi 150 MWh.
27. IX. Remont DV 110 kV Rakitje — Gojak — HE Vinodol završen.
28. IX. Ispad HE Jablanica usljed čega se raspala 110 kV mreža. Gubici uslijed prekida 70,2 MWh. Redukcija u Ražinama i Lozovcu 39,7 MWh. Ispad DV 30 kV Bileće Dubrovnik. Za vrijeme ispada radila DE Dubrovnik.
29. IX. Redukcije u željezari Šibenik 130 MWh.
30. IX. Redukcije u željezari Šibenik 190 MWh.

U LISTOPADU

1. X. Redukcija u željezari Šibenik.
2. X. Zbog povoljne energetske situacije ukinuta redukcija.
3. X. Završen remont u HE Vinodol. Počelo ponovno napajanje Mađarske.
5. X. TE Jertovec dva puta van pogona zbog pucanja cijevi u kondenzatoru i cijevi uljne regulacije.
7. X. Počelo ispuštanje vode iz Lokava u Bajer gravitacijom.
9. X. Na vodu Rakitje — Zagreb I i II rasprsli se provodni izolatori na jednoj fazi.
12. X. Djelovanjem dist. zaštite došlo 4 puta do razdvajanja sistema Rajona I: BiH-a.
13. X. U TS Rakitje zapalio se strujni trafo na dalekovodu Samobor 30 kV. Uslijed pada frekvence (46,5 Hz) došlo do raspada sistema. Djelovali rastavni releji prema Sloveniji. B i H iskopčao ručno Dalmaciju.
14. X. Dispečer B i H-a iskopčao ručno Dalmaciju. Iskopčan dalekovod Rakitje — Jertovec 110 kV radi kvara na rastavljaču u TE Jertovec.
15. X. Redukcija Ferolegura od 6—14 i od 17—22 za 126 MWh. Uslijed velikog prenosa iz LRS-a došlo do preopterećenja strujnih transformatora na sva tri dalekovoda razmjene između 25—30%.
16. X. Redukcija Ferolegura 126 MWh. Uslijed ispada dalekovoda Zenica — Jajce pala frekvenca. Dispečer B i H-a iskopčao ručno oba voda za Dalmaciju.
17. X. Redukcija Ferolegura 126 MWh.
18. X. Proboj provodnog izolatora u TS Trebinje. DE Dubrovnik ušla u pogon.
21. X. Kvar u TS Vinkovci 30/6 kV. DE Vinkovci ušla privremeno u pogon. Redukcija u Vinkovcima 6 MWh.
22. X. Redukcija u Vinkovcima 6 MWh. Radovi na trafu 3 u TE Jertovec. TA 3 van pogona.
23. X. U Vinkovcima montiran trafo 30/6 kV od 2,1 MVA DE Vinkovci izašla iz pogona. Redukcija 7 MWh. U TS Pula iskopčan trafo 6 MVA radi filtriranja ulja. Redukcija Pule 2 Mwh.
24. X. U Zagrebu u TS II probio trafo od 3 MVA. U TE Jugovinil procurio ekonomajzer kotla 3.
25. X. Završni radovi u HE Fužina i ista sposobna za pogon. Radi manjka energije reducirano u Dalmaciji 78 MWh.
26. X. Radi manjka energije reducirano u Dalmaciji 192 MWh.
27. X. Radi manjka energije reducirano u Dalmaciji 201 MWh. (Lozovac 31, Željezara 170).
28. X. Redukcija Ferolegura 203, Lozovac 32, Ražine 17 MWh.
29. X. Redukcija u Dalmaciji 249 MWh.
30. X. Redukcija u Dalmaciji 221 MWh. U Puli redukcija 10 MWh.
31. X. Redukcija u Dalmaciji 217 MWh. U Puli reducirano 5 MWh.

U STUDENOM

1. XI. Ispad dalekovoda Zagreb — Jajce. Dispečer B i H-a iskopčao vodove za Dalmaciju. Zbog manjka energije redukcija u Dalmaciji 223 MWh.
2. XI. Dispečer B i H-a iskopčao Dalmaciju. Redukcija u Dalmaciji 195 MWh.
3. XI. Završen remont DV 110 kV Matulji — Vlaška.
5. XI. U TE Osijek izgorio naponski trafo.
8. XI. U TS Bileće probili provodni izolatori od udarca groma.
19. XI. U TS Vinčent pregorjela jedna faza kod rastavljača, te 50 kV vod Karojba — Vinčent van pogona.
24. XI. U TS Matulji montirani strujni transformatori 150/300/5 A i spojeni na 300/5 A.
25. XI. U TS Resnik pušten u pogon (u 15.15 sati) novi transformator od 60 MVA.
26. XI. U TE Jugovinil van pogona kotao II zbog kvara na usisnom ventilatoru kotla.
27. XI. DV 110 kV Matulji — Divača u remontu.

Poduzeće »Elektra« gradi radionicu za popravak transformatora

Na području kotara Zagreb ima oko 4000 montiranih transformatora, koji se moraju popravljati i održavati, zato je bilo nužno izgraditi radionice s modernim uređajima.

Poduzeće *Elektra* pristupilo je tome zadatku i gradi velike radionice na prostoru u Zagorskoj ulici.

Glavni građevni radovi na izgradnji radioničkih hala, dimenzije 37 x 27 metara, nalaze se u završnoj fazi. Prema projektu uredit će se odjeljenja za ispitivanje, kontrolu i popravak transformatora, zatim pogon za namatanje, sušenje, skladište, te montažni toranj i prostorije za tehnički ured.

Za građevne radove utrošit će se oko 60 milijuna dinara, te je u tu svrhu poduzeće *Elektra* dobilo kredit od 32 milijuna dinara, a ostatak će dati iz svojih vlastitih sredstava. *I. R.*

IN MEMORIAM

Ne tako nenadano, ali za sve koji su ga poznavali ipak neočekivano, preminuo je 29. kolovoza ove godine, dugogodišnji službenik *Elektre, Zagreb*, drug Vlado Biškup, rukovodilac odjela »Prijave«.

U poduzeće, bivšu Gradsku električnu centralu, današnju Elektru, ušao je 22. 6. 1934., gdje je u odjelu Brojila prošao sve faze rada, postavši tako jedan od najboljih poznavalaca sistema rada i strukture potrošača.

Od 1946. postaje rukovodilac odjela Prijave, na kojem ga je mjestu zatekla smrt u 52 godini života. Pobolijevao je kratko vrijeme, zapravo samo zadnja tri mjeseca, od podmukle bolesti raka na slezeni.

Pokojni Biškup bio je neobično vrijedan i marljiv drug. Sudjelovao je od prvog dana u glazbi, gdje je bio neko vrijeme i tajnik. Brižan otac obitelji mnogo je radio i izvan ureda, u školskim odborima želeći da svom jedincu pruži što bolji školski i što plemenitiji društveni odgoj.

Sahranjen je 1. rujna 1958., ispraćen od veoma velikog broja drugova i drugarica. Kolektiv elektroprivrede Zagreba gubi u njemu nadasve čestitog i dobrog druga.

PREGLED NOVIH KNJIGA

Prikar XI. posebnog zasjedanja svjetske konferencije o energiji u Beogradu 1957 godine. U časopisu Wasser-u. Energiewirtschaft

Wasser-und Energiewirtschaft, Zürich, 1958, br. 5—7, str. 105—188 (84 stranice teksta i 116 slika i crteža), format A 4, na finom papiru za umjetnički tisak, cijena šv. fr. 5,50 + poštarina.

Povodom Kongresa Međunarodne unije električnih centrala (UNIPEDE) u Lausanni, u Švicarskoj, mjeseca jula 1958., osvrće se u predgovoru glavni urednik časopisa na problem pomanjkanja električne energije i iznosi, da se takova nestašica može ukloniti samo solidarnim rješavanjem elektroenergetskih problema raznih naroda, izmjenom iskustava i misli, te međusobnom pomoći kod velikih problema budućnosti. Na tom području pomoć ekonomski nerazvijenim zemljama postaje svjetski problem. On zatim prelazi na XI. posebno zasjedanje Svjetske konferencije o energiji (SKE) održano 5.–11. juna 1957. u Beogradu, koje se specijalno bavilo ekonomskim pitanjima te pomoći. Polazeći s te točke gledišta redakcija časopisa posvetila je čitav trobroj zasjedanju u Beogradu i našoj zemlji.

Prikaz *zasjedanja* donosi glavni urednik G. A. Töndury. Nakon kratkih podataka o glavnoj temi zasjedanja – »Energija kao faktor razvoja nedovoljno razvijenih zemalja« – autor donosi nekoliko statističkih podataka o broju učesnika, a zatim prelazi na sam tok zasjedanja. G. Töndury dobro je shvatio želju Jugoslavenskog nacionalnog komiteta SKE, da je »smisao konferencije bio više na socijalno-ekonomsko-političkoj nego na apstraktno-naučno-tehničkoj razini. Možda je baš zato bila interesantnija i življa nego druge slične konferencije«. Govoreći o svečanom otvaranju autor podvlači nekoliko bitnih dijelova govora druga Kardelja, koji je u ime Jugoslavenske vlade pozdravio kongres i ističe »svijest o međunarodnoj odgovornosti i odatle obveza država, da zajedničkim naporima uklone razlike i diferencijacije između razvijenih i zaostalih zemalja«. Iz pozdravnog govora druga Miličevića, predsjednika Jugoslavenskog nacionalnog komiteta SKE, autor donosi čitave odlomke i naglašuje »važnost *međunarodne saradnje* za unapređenje energetskog gospodarstva, osobito u nerazvijenim zemljama... i stoga važnost razmatranja problema ne samo s tehničke nego i s ekonomske strane«. U ovom dijelu svog izvještaja autor daje i sažeti izvod iz počasnih referata 6 međunarodno priznatih energetičara i učenjaka, a posebno se zadržava na referatu Sir Harolda Hartley-a (GB) »o optimalnom odnosu između čovjeka i stroja, kao temeljnom problemu energetsko-ekonomskog planiranja« i citira pojedine važne odlomke.

Iz četverodnevnog *rada konferencije* autor opsežnije obrađuje ekonomske aspekte (sekcija A) i integralno korištenje vodnih tokova (sekcija B. 1) bazirajući svoje izvode uglavnom na izvještajima generalnih izvjestilaca. Ostale sekcije prikazane su samo ukratko s opravdanjem autora, da na tim područjima nije specijalan stručnjak.

Društvene priredbe za delegate i njihove pratioce napomenute su u kratkim crtama. Sve su te priredbe, a posebno prijem Savezne vlade i Predsjednika NOG Beograda, ostavile vrlo povoljan utisak kod stranih delegata, a to je istaknuto i u izvještaju. Naveden je i prijem šefova delegacija kod Predsjednika Republike Maršala Tita, ali tom prijemu autor nije prisustvovao.

Energetska izložba u Beogradskom sajmu povoljno je ocijenjena u izvještaju i ona je delegatima dala dobar pregled jugoslavenske elektroprivrede. Autor se posebno osvrće na opsežan statistički materijal o svim oblicima energije. Betonska konstrukcija paviljona naišla je na priznanje delegata. U članku se hvali uzorno funkcioniranje *transportnog sistema* (prijevoza delegata na sjednice i priredbe), te podvlači odličan *ukupni utisak* zasjedanja i boravka – gostoljubiva atmosfera i ljubazan odnos prema svim delegatima.

Kao jednodnevnu *ekskurziju* autor je izabrao posjet elektrani »Zvornik«. Nedovoljna organizacija ove ekskurzije, osobito što se tiče prijema u elektrani, te vožnja teškim autobusom po lošim cestama uz veliku vrućinu nisu pružili zadovoljstva izletnicima.

Poslije zasjedanja bilo je organizirano 6 *stručnih ekskurzija*. U izvještaju opisane su (na 22 stranice) dvije ekskurzije; jednu je (na njemačkom) opisao glavni urednik g. Töndury, a drugu (na francuskom) g. R. Saudan, sekretar švicarskog nacionalnog komiteta SKE. Za ocjenu naše zemlje u očima stranaca možda su ova dva opisa za nas najzanimljivija. G. Töndury, nesumnjivo s mnogo simpatija, opisuje prilike i krajeve, kuda su prolazili (Beograd–Skopje–Ohrid–Titograd–Dubrovnik–Opatija) i svuda nalazi riječi priznanja za industrijski napredak, a izraze iznenađenja za nepoznate ljepote naše zemlje. Ipak autori moraju primijetiti, da narod u južnim i istočnim krajevima zemlje daje utisak siromaštva i neimaštine, i iznose još nerazvijene turističke uvjete u tim krajevima (na pr. noćenje u Peći). Tim više dolazi do izražaja zadovoljstvo i moglo bi se reći oduševljenje delegata na mjestima, gdje su ti uvjeti ispunjeni – u prvom redu na Ohridu i u Dubrovniku. Dugačka putovanja autobusima većim dijelom na slabim cestama umarala su delegate, ali se to u izvještajima ne daje kao prigovor. Te su prilike funkcija još nerazvijenih dijelova zemlje.

Drugi autor g. Saudan nije toliko neposredan. On je sudjelovao na putovanju iz Beograda preko Banjaluke–Sarajeva–Dubrovnika do Opatije i tuži se na loše ceste, pa i cestu Beograd –Zagreb ne priznaje automobilskom cestom radi jednog kolovoza za oba pravca kretanja i križanja odvojaka u nivou. Čini se, da je za tu ekskurziju bio upotrebljen nepodesan stariji autobus i učesnici su nakon većeg broja defekata odahnuli, kad su stigli u Dubrovnik. Ovog je autora na pr. i jadranska obala razočarala »svojom monotonijom«. Međutim, i ovaj autor na kraju smatra putovanje uspjelim i s tehničke i s turističke strane.

Na oproštaju u Opatiji došla je do izražaja konačna ocjena učesnika o stručnim ekskurzijama: zadovoljstvo delegata svih naroda, vrlo dobra organizacija »Putnika«, prijaznost svih ljudi u zemlji, pa i onih jednostavnih sa sela, s kojima su se slučajno sretali, te konačno neočekivana činjenica, da na čitavom putu kroz cijelu zemlju nisu nigdje naišli na prosjačenje.

G. Töndury, direktor Švicarskog vodoprivrednog saveza i glavni urednik časopisa, temeljito se spremio za putovanje u Jugoslaviju. Osim podataka o svakom objektu, navedenom u putnom izvještaju, on je čitavo jedno poglavlje (11 stranica) posvetio *pregledu Jugoslavije*. Nakon opisa topografske i hidrografske strukture zemlje prelazi na državno uređenje i etnografski sastav stanovništva. U odlomku o prometu ističe povoljne vodne puteve i hvali dobre parobrodarske veze na Jadranu, ali mu se čini, da naše velike uvozne i izvozne luke leže nepovoljno, jer su od potrošačkih područja odijeljene visokim planinama. I promet najglavnijih naših luka čini mu se skromnim (Rijeka s prometom od 2,3 milijuna tona prema švicarskoj riječnoj luci Basela sa 5,3 milijuna tona u god. 1956.). Iznosi zatim podatke o željezničkoj i cestovnoj mreži, te avionskom prometu. Kod novih cesta sviđa mu se smjelo trasiranje i otkrivanje lijepih vidika. Razumljivo je, veli autor, da je Jugoslavija sada opterećena industrijskom izgradnjom i da će ceste doći kasnije na red, budući da je promet izvan gradova zasad još malen. Napominje, da bi u zemlji trebalo bolje organizirati pitanje garaža i snabdijevanja gorivom.

Autor zatim raspravlja ekonomske probleme Jugoslavije i iznosi opsežan statistički materijal. Obrađuje poljoprivredu, ribarstvo i šumarstvo i naglašava značajne rezultate, koje je zemlja postigla u izgradnji svoje industrije. Navodi sirovine, kojima zemlja raspolaže, te daje podatke o mogućnostima njihova korištenja. Tu opisuje i izgradnju hidroelektrana, te se osvrće na aluminijski problem: istodobno postojanje vodnih snaga i boksita. Autor ima razumijevanja za financijsko stanje u zemlji i navodi, da intenzivna industrijalizacija i spremna vojska traže velike financijske žrtve i zato su nadnice niske i tjeraju ljude na popodnevnu nuz-zaradu. Uvoz i izvoz dokumentiran je statističkim podacima. U pregledu obrađuje se zatim turizam i navodi, da radi pravilne ocjene ne treba koristiti mjerilo švicarskog hotelijerstva. Autor je prošao mnoge hotele u zemlji kategorije A...C i bio je uvijek zadovoljan. Opisuje onda ukratko mogućnost ljetovanja na morskoj obali i prikazuje priredbe, koje se pružaju turistima

(na pr. ljetne igre u Dubrovniku i t. d.). Nakon podataka o klimatskim prilikama autor navodi, da je jugoslavenska obala najsunčaniji dio Evrope. Pisac završava svoj pregled kratkim podacima o povijesti i kulturi zemlje, o njezinim krajevima i narodu. Ističe stoljetne ratove s Turcima, te velika razaranja i gubitke u drugom velikom ratu. Navodi, da je to zemlja, gdje se nasljeđuje volja za samostalnim mišljenjem.
Autor navodi, da po svom uvjerenju pripada drugom društvenom uređenju, ali da je potrebno takove zemlje kao što je Jugoslavija posjećivati, da se može stvoriti vlastita objektivna slika o zemlji i prilikama, jer su ljudi prečesto i suviše uplivisani samo s jedne strane. Autor ističe, da na svojim putovanjima po Jugoslaviji nije nikad osjetio nikakova ograničenja. Kontakt s narodom je jednostavan i srdačan i stanovnici se otvoreno izjašnjavaju. Putovanje po Jugoslaviji isto je tako ugodno kao u bilo kojoj zapadnoj zemlji.
Trobroj završava s dva članka domaćih autora. Dr. ing. V. Jevđević daje na francuskom opći pregled o vodnim snagama i o elektrifikaciji Jugoslavije oslanjajući se uglavnom na poznatu knjigu »Vodne snage Jugoslavije« i svoje članke u »Elektroprivredi«. Ing. B. Filipović prikazuje na njemačkom elektroprivredu Jugoslavije, razvoj proizvodnje i potrošnje električne energije, tarifne sisteme i važnost vodnih snaga Jugoslavije za evropsku elektroprivredu. Svrha je ovih članaka, da čitaocima švicarskog časopisa prikažu sadašnje stanje elektroprivrede u Jugoslaviji i energetske mogućnosti, koje bi mogle imati utjecaja na ekonomiku ovog dijela Evrope.
Ocjenjujući ovaj posebni broj časopisa »Wasser- und Energiewirtschaft« sa našeg stanovišta treba naglasiti, da glavni urednik s mnogo dobre volje i bez predrasuda pristupa problemima naše zemlje na način koji je pristupačan i uvjerljiv za čitaoce časopisa u zapadnim zemljama. Tim svojim načinom g. *Töndury* nas je zadužio tim više, što se iza članaka i prikaza ne kriju skrivene tendencije. Članci u časopisu dokumentirani su velikim brojem dobro i brižno izabranih slika. Oprema trobroja je odlična, a reprodukcija slika savršena.

V. Žepić

R. Holm, **Electric Contacts Handbook,** 3. potpuno prerađeno izdanje, izdavač Springer Verlag, Berlin 1958; XVIII + 522 str., format 24 × 16 cm, cijena platno 52,5 DM.

Unutar sedam godina ova knjiga je doživjela tri izdanja: prvo 1941. godine u Berlinu pod naslovom *Die technische Physik der elektrischen Kontakte,* drugo u Stockholmu na engleskom *Electric Contacts* i sada treće opet u Njemačkoj, ali na engleskom jeziku. Time je obilježen i životni put Dr. Holma, koji je od dugogodišnjeg Siemensovog suradnika postao viđeni stručnjak jednog američkog poduzeća.

Da je knjiga postigla toliki uspjeh dva su razloga. S jedne strane kontaktni materijali su neophodni elementi čitave elektrotehnike svih smjerova, a time posredno preko napajanja, upravljanja, regulacije i signalizacije čitave industrije i gospodarstva. S druge strane, knjiga je napisana upravo njemački pedantno, što znači da je uzeta u obzir sva vrednija literatura, koja se o tim problemima pojavila do 1958. godine.
Knjiga je razdijeljena na 4 dijela.

U 36 odsječaka prvog dijela (198 str.) razmatraju se nepomični kontakti. Uz teoretske osnove obrađeni su kontaktni otpor i njegovo proračunavanje, toplinski utjecaji, problem filmova na dodirnim plohama, starenje, odnosi između pritiska i otpora, elektrotehnički parametri i skin efekt, Kohlerov efekt i Juoleova toplina, razdioba temperature, termoelektrički i tunnel efekt, karakteristike kontaktnog materijala sa tankim stranorodnim filmovima itd.

Autor je ulazio u najveće podrobnosti, koje ovdje ne možemo ni spominjati. Sa posve praktičnih vidika važan je proračun mirujućih kontakata, te mnoštvo brojčanih podataka, koji su spretno povezani sa izloženim teorijama ili rezultatima i tokovima eksperimenata (na pr. promjenljivi ugljeni otpornici). Na 91 stranici obuhvaćeno je 13 odsječaka drugog poglavlja, koje je posvećeno kliznim kontaktima. U uvodnim paragrafima rasvijetljena je uloga pritiska u gibanju, zatim pripadna mjerenja, promatranje pojava sa stanovišta statistike, utjecaj kliznih kontakata na radiosmetnje, ugljeni otpornici, problemi komutacije sa brojčanim primjerima. Na kraju ovog dijela knjige obrađeni su tramvajski i trolejbusni klizači.
107 stranica u 22 odsjeka 3. dijela knjige obrađuje pojave u prostoru kontakata prilikom ukapčanja i iskapčanja. Spomenute su definicije i klasifikacija, razmotreni prenaponi, navedene karakteristike i objašnjenja titranja koja uzrokuje električni luk.
Većina daljnjeg teksta obrađuje mehaničke erozije, metode smanjenja iskrenja, trajanje luka i popratnih pojava, mjerenje, izradu mostova itd. Na kraju su dodani brojčani primjeri, izbor kontaktnog materijala, rezultati statistike i njena primjena te živine sklopke.
U 12 poglavlja 4. dijela knjige obrađena je na 124 stranice povijest električkih kontakata i nadovezani dodaci o teoriji tvrdoće, vođenja, emisije, sastavu itd. krutih materijala, o općoj teoriji luka, proračunu itd. Priložene su još tablice i dijagrami. Knjiga završava autorsko-literaturnim indeksom i predmetnim abecednim kazalom.
Tisak je u skladu s ostalim Springerovim izdanjima, dakle odličan kako glede uređenja knjige tako i glede papira.
U stručnom pogledu Holmova je monografija jedinstveno djelo. I našim konstrukterima aparata ona može skratiti mnoge muke i odstraniti dvoumice, ali će isto tako uzrokovati mnoštvo pitanja terminologije. Stoga bi valjalo stvoriti priličan broj novih hrvatskih riječi za Dabčev *Elektrotehnički rječnik* ili koji drugi višejezični rječnik.

M. Brezinšćak

J. Hentze, **Wasserbau, I. dio,** 12. prerađeno izdanje, izdavač B. G. Teubner, Stuttgart 1956, VI + 133 stranice, 227 slika, format DIN C5, cijena kart. DM 7,60, poluplatno DM 9,60.

Ova knjižica predstavlja uvod u vodograđevinsku tehniku, t. j. tehniku radova kojima je svrha da stvore zaštitu od nabujalih rijeka, da zajaze bujice, reguliraju vodene tokove, da pregrade riječne tokove i t. d. Kolika je popularnost ove knjižice svjedoči i ovo izdanje, već dvanaesto po redu. Ovakvu popularnost zahvaljuje ova knjižica vrlo jednostavnom načinu izlaganja popraćenom brojnim slikama. Osim toga i vrlo velikom krugu interesenata za izvođenje ovakvih radova, koji se proteže od naprednog seljaka do većih društvenih zajednica.
Sadržaj knjige obuhvaća: A. Osnove vodnog gospodarstva; B. Vodogradnji svojstvene metode rada i gradnje; C. Riječne gradnje; D. Nasipi; E. Dolinske pregrade; F. Luke.
Knjižica može odlično poslužiti studentima tehničkih škola kao udžbenik a tehničarima i inženjerima u praksi kao podsjetnik. Vodnim zajednicama i sličnim organizacijama ovakva bi knjižica na našem jeziku odlično poslužila.

J. Jerić

H. Netz, **Dampfkessel** 5. nanovo prerađeno izdanje, izdavač B. G. Teubner, Stuttgart 1957, 130 stranica sa 84 slike, format Din C5, cijena kart. DM 12,60, poluplatno DM 14,60.

Peto prerađeno izdanje ove poznate knjižice o proračunavanju parnih kotlova prilagođeno je najnovijem stanju tehnike na tom području. S obzirom na mogućnost gradnje atomskih elektrana dodano je u ovom izdanju i novo poglavlje o reaktorima.
Kao i ranija izdanja tako je i ovo 5. izdanje »Parnih kotlova« namijenjeno prvenstveno studentima. Međutim s obzirom na niz praktičnih i konkretnih iskustvenih podataka, koji su sadržani u knjizi, a oslanjaju se na izvedene kotlove najmodernijih konstrukcija, ova će knjiga korisno poslužiti i svakom onom inženjeru, koji se bavi projektiranjem, gradnjom ili pogonom kotlovskih postrojenja.
Knjiga je podijeljena na slijedeća glavna poglavlja: 1 Uvod; 2. Teoretske osnove; 3. Ložišta parnih kotlova; 4. Reaktori; 5. Parni kotao, pregrijač i predgrijač; 6. Proračun čvrstoće parnog kotla; 7. Armature i ostali pribor; 8. Pročišćavanje pojne vode; 9. Propisi.
Način izlaganja materije je izvanredno pregledan i jasan te se ograničuje samo na bitne elemente, što je autoru omogućilo da stvori odličan udžbenik. Slike kojima ova knjižica obiluje prikazuju kotlove najmodernijih konstrukcija.
Knjiga je grafički vrlo dobro opremljena.

J. Lucati

F. Henze, **Mess-Schaltungen in der genormten Farben** (F. Henze, Schaltungen der Starkstromtechnik IV. svezak), 4. poboljšano izdanje knjige »Mehrfarbigen Mess-Schaltungen der Starkstromtechnik. Izdavač je Fachbuchverlag, Leipzig 1958, 207 stranica, 49 slika i 182 šeme, format 12,5 × 17,6 cm, cijena kart. DM 9,80.

Četvrto izdanje ove praktične knjižice izašlo je pod nešto promijenjenim naslovom prema ranijim izdanjima, u kojima je naslov glasio »Mehrfarbigen Mess-Schaltungen der Starkstromtechnik« a pod kojim naslovom je ova knjižica vjerojatno poznata i nekim našim čitaocima.

U nizu knjiga o spojnim šemama u elektrotehnici, kojima obiluje njemačka elektrotehnička literatura, ova knjižica zauzima posebno mjesto jer obrađuje isključivo šeme mjernih spojeva za mjerenje raznih veličina u pogonima jake struje. Osnovna intencija autora pri sastavljanju ovog djela bila je sakupiti na jednom mjestu i na pregledan način prikazati gotovo sve mjerne spojeve u elektrotehnici jake struje, koje susrećemo u svakodnevnoj praksi. Tom cilju autor se je približio zaista velikim izborom mjernih spojeva i upotrebom višebojnog tiska i šemama čime je postignuta preglednost šema i brza orijentacija u njima. Autor je knjigu podijelio u dva dijela od kojih je prvi dio posvetio kratkom opisu najčešće upotrebljavanih instrumenata, njihovoj praktičnoj primjeni i osnovnim pravilima mjerenja. U drugom dijelu, koji obuhvaća tri četvrtine opsega knjige, niže se redom velik broj najraznovrsnijih šema mjernih spojeva otisnutih u više boja i popraćenih odgovarajućim kratkim tumačenjem. Ovdje ćemo naći šeme mjernih spojeva za mjerenje raznih važnih veličina u elektroenergetskim pogonima kao struje, napona, učina, energije, frekvencije, faktora učina i t. d., i t. d., u raznim kombinacijama instrumenata, za direktno mjerenje i mjerenje preko mjernih transformatora.

Veliki opseg obuhvaćenih mjernih spojeva, kao i preglednost kojom su oni prikazani, daju ovoj knjižici univerzalni karakter i proširuju krug njenih čitalaca – korisnika. Ona će jednako korisno poslužiti stručnom radniku kao i tehničaru i inženjeru, koji u svojoj dnevnoj praksi dolazi u doticaj s mjerenjima u elektroenergetskim pogonima.

M. Arnold

Kübler — Werr, **Wechselstrommaschinen** (Moeller-Werr, Leitfaden der Elektrotechnik II. svezak, 2. dio). 4. prerađeno i prošireno izdanje, izdavač B. G. Teubner, Stuttgart 1957, VIII + 22[illegible] stranica, 220 slika (djelomično u višebojnom tisku), format 23 × 16 cm, cijena kart. DM 19,80, poluplatno DM 22.—

U nastavku izdavanja novog izdanja cjelokupnog opusa Leitfaden der Elektrotechnik pojavljuje se već i 4. izdanje poznate knjige pod gornjim naslovom. Ova knjiga obrađuje principe rada, pogonska svojstva i proračun strojeva izmjenične struje. Najveći dio knjige posvećen je transformatorima, asinhronim i sinhronim strojevima, a zadnjih nekoliko stranica posvećeno je i komutatorskim strojevima izmjenične struje.

Od ranijih izdanja razlikuje se četvrto izdanje po nizu novih poglavlja, kojima je ovo djelo prošireno. Inače, način obrade materije i metodika izlaganja zadržane su iste kao i u ranijim izdanjima, jer upravo u tome i leži velika vrijednost ovog djela.

Knjiga sadrži slijedeća poglavlja: 1 Pravila za označivanje smjera izmjeničnih veličina (Zählpfeile) i vektorske diagrame; 2. Transformatori; 3. Zajedničke pojave u strojevima izmjenične struje; 4. Asinhroni motori; 5. Sinhroni strojevi; 6. Komutatorski strojevi; 7. Dodatak.

U ovih sedam poglavlja iznesene su bitne teoretske osnove rada i pogonskih svojstava strojeva izmjenične struje, a uz transformatore, asinhrone i sinhrone strojeve, dati su i primjeri proračuna tih strojeva. Uz proračune strojeva knjiga donosi niz iskustvenih vrijednosti potrebnih za proračun, koje su dobivene iz postojećih modernih konstrukcija strojeva.

S obzirom na način obrade materije, jednako teoretskih osnova kao i praktičnih podataka za proračun strojeva, ova knjiga se može najtoplije preporučiti kako studentima srednjih i visokih tehničkih škola i fakulteta tako i inženjerima u praksi.

Grafička oprema knjige je izvrsna!

V. Štengl

Becker — Sauter, **Theorie der Elektrizität**, Bd. I.: Einführung in die Maxwellsche Theorie, Elektronentheorie und Relativitätstheorie, 16. prerađeno izdanje, izdavač B. G. Teubner, Stuttgart 1957, 302 stranice, 76 slika, format Din C5, cijena uvezano u platno DM 29 —

Klasično djelo iz područja teoretske elektrotehnike, Beckerova »Teorija elektriciteta«, doživjela je i svoje 16. izdanje. Prema ranijim izdanjima, ovo novo izdanje je prerađeno i prilagođeno najnovijim naučnim saznanjima a i raspored građe je nešto drugačije izveden. Interesantno je napomenuti, da je dr. F. Sauter, koji je preradio ovo djelo i pripremio 16. izdanje, već četvrti autor po redu, koji nastavlja s izdavanjem ovog djela. Prvo izdanje, koje se u velikoj mjeri razlikuje od 16. izdanja, izdao je A. Föppl još 1894. godine pod naslovom »Uvod u Maxwellovu teoriju«. Dakle, kroz više od šest decenija ovo se djelo mijenjalo paralelno s razvojem naučne misli i kroz to vrijeme služilo kao izvor znanja za mnoge generacije studenata — budućih naučnih radnika.

16. izdanje »Teorije elektriciteta« sadrži slijedeća glavna poglavlja: A. Uvod u vektorski i tenzorski račun; Vektori — Vektorska polja — Tenzori; B. Elektrostatsko polje: Električki naboj i elektrostatsko polje u vakuumu — Elektrostatika dielektrikuma — Djelovanje sila i energetski odnosi u elektrostatskom polju; C. Električna struja i magnetsko polje: Zakoni električne struje — Sile u magnetskom polju — Magnetska polja struja i permanentnih magneta — Elektrodinamika kvazistacionarnih struja; D. Opće osnovne jednadžbe elektromagnetskog polja: Maxwellova teorija za mirujuće medije — Elektromagnetski valovi — Elektromagnetsko polje kod zadane razdiobe naboja i struja — Jednadžba polja u nemagnetičnoj materiji koja se lagano giblje; E. Teorija relativnosti: Fizikalne osnove i matematska pomagala teorije relativnosti — Relativistička elektrodinamika praznog prostora, materijalnih tijela – Relativistička mehanika; F. Zadaci s rješenjima; G. Formule.

Ovaj klasičan udžbenik teoretske elektrotehnike odlično će poslužiti svim studentima elektrotehnike i onim inženjerima, koji se u svojoj svakodnevnoj praksi bave naučno-istraživačkim radom.

Grafička oprema knjige je izvanredna.

B. Ralašić

ISPRAVITE U ENERGIJI BR. 9

Na str. 289, desni stupac, 13. redak odozgo umjesto 22,6 kVA mora biti 22,8 MVA. Na str. 326 u slici 4 ispravan opis glasi: »Prostor za sklopku za demagnetizaciju«. Na str. 330 opis slike mora biti: »Sklopke 110 kV«.

Upozorenje u vezi sa statističkim podacima u Energiji

Upozorujemo čitaoce, da je počevši od VIII. mjeseca ove godine stavka potrošnje električne energije »električne željeznice« izdvojena iz rubrike »široka potrošnja« i prebačena u rubriku »specijalni velepotrošači«. Čitaoci trebaju, prilikom korišćenja statističkih podataka iskazanih za prethodna mjesečna razdoblja 1958. uvažiti ovu promjenu.

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ ZA MJESEC KOLOVOZ 1958.

Proizvodnja i nabava električne energije NR Hrvatske

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh						Razmjena-saldo			Ukupno 5 + 6 + 7 + 8 + 9
		Udružene elektroprivrede		Većih ind. elektrana		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegov.	Mađarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VIII.	1957	23668	19756	603	16001	24271	35757	24536	38800	—	123364
IX.	1957	27511	21139	908	18524	28419	39663	22055	30968	—	121105
X.	1957	56381	21448	1443	18433	57824	39881	24376	18151	—	140232
XI.	1957	62666	22061	1658	15361	64324	37422	22922	23715	—	148383
XII.	1957	59164	30818	1327	16402	60491	47220	20228	38150	—	166089
Ukupno :	1957	617143	207162	15721	166377	632864	373539	327226	262951	—	1,596580
I.	1958	79976	26430	1886	11074	81862	37504	—1302	46891	—	164955
II.	1958	63077	19323	1580	12757	64657	32080	1779	50530	—	149046
III.	1958	86975	17759	2024	11951	88999	29710	—6000	62133	—5697	169145
IV.	1958	81811	20540	2255	11236	84066	31776	18930	26817	—5984	155605
V.	1958	75964	11664	1557	11331	77521	22995	4473	52800	—6726	151063
VI.	1958	47745	16101	944	12613	48689	28714	37883	32896	—6886	141296
VII.	1958	28368	22876	676	15848	29044	38724	50377	29342	—9342	138145
VIII.	1958	14000	26016	339	14979	14339	40995	49614	34654	— 896	138706
Ukupno I. - VIII.	1958	477916	160709	11261	101789	489177	262498	155754	336063	—35531	1,207961

ENERGETSKA BILANCA ZEP HRVATSKE ZA KOLOVOZ 1958 U MWh

IZVOR ELEKTRIČNE ENERGIJE	1958		1957		Odnos u %	
	Izvješt. mjesec	Od početka godine	Izvješt. mjesec	Od početka godine	1 : 3	2 : 4
a	1	2	3	4	5	6
Proizvodnja na generatoru: hidroelektrane	14000	477916	23668	411421	59,3	115,0
termoelektrane	26016	160709	19756	111696	131,5	144,0
Ukupno (a)	40016	638625	43424	523117	92,2	122,0
Vlastiti potrošak	2821	21682	2211	13404	127,5	161,7
Prag udruženih elektrana	37195	616943	41213	509713	90,1	121,0
Nabava: od industrijskih elektrana (b)	1427	5330	2809	9378	50,8	56,8
Razmjena sa susjed. zajednicama (c)	84268	491817	63336	385447	133,0	127,7
Razmjena sa inozemstvom (d)	—896	—35531	—	—	—	—
Ukupno raspoloživo na pragu:	121994	1078559	107358	904538	113,3	119,2
Gubici: prijenosa	7450	69629	6140	32416	121,4	214,9
razdiobe	13072	99789	9108	93091	143,4	107,2
Predano potrošačima	101472	909141	92110	779031	110,1	116,5
Industr. vlastita opskrba (e)	13891	107720	13795	98664	100,6	109,2
Ukupna proizvodnja (F = a + b + e)	55334	751675	60028	631159	92,2	119,0
Proizvodnja, nabava i razmjena (G = f + c + d)	138706	1207961	123364	1016606	112,3	118,8
Nenamirene potrebe: zbog pomanjkanja energije	113,0	731,3	9,3	1845,7	—	39,6
zbog pogonskih smetnji	237,6	1515,2	198,7	1436,3	119,5	105,5
Ukupni manjak električne energije	350,6	2246,5	208,0	3272,0	168,2	68,7
Ukupna potreba električne energije	139056,6	1210207,5	123572,0	1019888,0	112,5	118,7
Zadovoljenje u %	99,6	99,8	99,8	99,6	99,7	100,0

POGONSKI POKAZATELJI ELEKTRANA ZA KOLOVOZ 1958.

Vrst elektrana		NAZIV ELEKTRANE	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh		Vlastiti potrošak		Moguća proizvodnja MWh	Faktor iskorištenja %	Maksimalno opterećenje MW	Utrošak topline kcal/kWh
				u izvj. mjesecu	od početka godine	MWh	% od proizvodnje				
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UDRUŽENE	HE	Vinodol	75,2	75	86 214	36	48,00	75	100,0	27,0	—
		Ozalj	5,0	381	16 286	37	9,71	389	98,0	...	—
		Zeleni Vir	0,8	—	3 267	—	—	—	—	—	—
		Fužine	4,0	—	359	—	—	—	—	—	—
		Kraljevac	68,0	7 699	250 261	200	2,60	9 860	78,0	22,0	—
		Miljacka	20,0	4 296	89 513	40	0,93	5 050	85,0	17,0	—
		Jaruga	5,4	1 528	26 098	3	0,20	1 736	88,0	2,5	—
		Zavrelje	1,5	—	5 294	—	—	—	—	—	—
		Mihaljevci	0,08	1	23	—	—	—	—	—	—
		Kuzmica	0,2	20	601	0	0	...	...	0,1	—
		Svega	××××	14 000	477 916	316	2,26	××××××	××××××	××××	××××××
	TE	Zagreb	17,0	5 040	41 219	763	15,15	12 648	39,9	10,8	6 340
		Jertovec	39,8	15 632	87 874	1 101	7,05	29 611	52,7	36,5	4 197
		Vlaška	9,0	2 965	21 518	390	13,16	6 696	44,2	8,0	5 750
		Rijeka	5,0	1 757	2 436	156	8,89	3 720	47,2	3,1	6 700
		Gospić	1,1	4	57	0	0	818	0,5	...	...
		Dubrovnik	1,0	8	226	0	0	744	1,1	...	...
		Zadar	0,5	2	4	0	0	372	0,5	...	...
		Osijek	3,4	471	4 079	69	14,65	2 529	18,6	3,4	...
		Županja	4,0	—	2 253	—	—	2 976	—	—	—
		Đakovo	0,5	136	1 029	26	19,11	372	36,6	0,4	10 955
		Vinkovci	0,2	1	13	0	0	149	0,7	...	...
		Kuzmica	0,2	—	1	—	—	149	—	—	—
		Svega	××××	26 016	160 709	2 505	9,61	××××××	××××××	××××	××××××
	Ukupno		××××	40 016	638 625	2 821	7,05	××××××	××××××	××××	××××××
INDUSTRIJSKE	HE	Pam. ind. Duga Resa	1,7	22	3 287	*	*	...	...	...	—
		Tv. papira, Rijeka	0,4	56	2 206	*	*	...	...	...	—
		Tv. cementa, Majdan	1,0	56	3 377	...	...	...	...	...	—
		Roški Slap, Siverić	0,8	205	2 391	...	...	...	...	...	—
		Svega	××××	339	11 261	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
	TE	Željezara, Sisak	5,5	2 755	26 661	508	18,50	4 092	67,2	5,9	...
		Rafinerija nafte Sisak	4,0	1 934	14 593	115	5,95	2 976	65,1	3,2	3 136
		Pam. ind. Duga Resa	2,6	1 597	9 357	133	8,32	1 934	82,5	2,9	4 400
		Pamuč. ind. Zagreb	0,5	—	3	—	—	372	—	—	—
		Tv. papira, Zagreb	2,1	799	6 092	...	...	1 562	51,2	...	...
		Tv. papira, Rijeka	2,0	892	4 965	45	5,04	1 488	60,0	...	...
		Tv. cem., Koromačno	1,2	—	1 458	—	—	893	—	—	—
		Jugovinil, Split	17,5	4 025	16 770	...	...	12 871	31,3	...	...
		Tv. cem., Sučurac	3,7	—	—	—	—	2 753	—	—	—
		Tv. cem., Majdan	1,6	958	7 788	...	...	1 190	80,5	...	...
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	1 443	7 864	...	...	4 464	32,3	...	...
		Tv. vagona, Sl. Brod	3,0	576	5 629	95	16,50	2 232	25,8	1,8	4 650
		Sladorane, Županja	3,0	—	193	—	—	2 232	—	—	—
		Šećerane, Osijek	2,0	—	416	—	—	1 488	—	—	—
		Svega	××××	14 979	101 789	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
	Ukupno		××××	15 318	113 050	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
Sveukupno			××××	55 334	751 675	...	...	××××××	××××××	××××	××××××

* Vlastiti potrošak za industrijske elektrane, koje rade hidro i termo, iskazan je ukupno pod termo.

VODNA BILANCA HE VINODOL ZA KOLOVOZ 1958.

Akumulacija 31. VII. 1958.		21208,5 MWh	Raspoloživa količina vode	21790 MWh
dotok Lokvarka	263 MWh		Proizvodnja	75 MWh
dotok Ličanka	319 MWh		Preljev preko brane	—
Ukupno		582 MWh	Akumulacija 31. VIII. 1958.	21715 MWh

PROIZVODNJA UGLJENA ZA KOLOVOZ 1958

Vrste ugljena — ugljenokopi		Proizvodnja u tonama					
		izvještajni mjesec			od početka godine		
		1958	1957	odnos % 1 : 2	1958	1957	odnos % 4 : 5
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Raša		70900	76010	93,3	540030	558930	96,6
MRKI	Rudnik mrkog ugljena, Dubravice	710	737	96,3	4371	4932	88,6
	Golubovečki ugljenokopi, Golubovec	7445	7949	93,7	56045	57309	97,8
	Rudnik mrkog ugljena, Ivanopolje	1715	2226	77,1	13452	17101	78,7
	Krapinski ugljenokopi, Krapina	2026	1582	128,1	13695	15832	86,5
	Međimurski ugljenokopi, M. Središće	16609	18684	88,8	134995	133666	101,0
	Rudnik mrkog ugljena, Pregrada	5909	5438	108,7	39527	37399	105,7
	Rudnik mrkog ugljena, Siverić	12804	13670	93,7	94979	97159	97,6
	Konjšćinski ugljenokopi — pogon Zajezda	2270	3807	59,7	20435	26930	75,9
	Rudnik »Češko selo« (Dadoše)	799	366	218,3	3673	949	387,0
	Rudnik mrkog ugljena, Ratkovica	1268	1105	114,9	13864	5775	240,0
Svega mrki		51555	55562	92,8	395036	397052	99,5
LIGNIT	Ivanečki ugljenokopi, Ivanec	15747	15254	103,2	105624	101261	104,4
	Konjšćinski ugljenokopi, Konjšćina	17590	28142	62,5	161829	192245	84,2
	Koprivnički ugljenokopi, Koprivnica	10107	14528	69,6	94716	97058	97,6
	Rudnik lignita, Ladanje Donje	13080	13780	94,9	105059	103768	101,2
	Bjelovarski ugljenokopi, Mišulinovac	4800	4077	117,8	30327	28485	106,5
	Novogradiški ugljenokopi, N. Gradiška	34	858	4,0	4081	7632	53,5
	»Bilo« rudnici lignita, Pitomača	3582	3637	98,5	24395	22936	106,4
	Rudnici ugljena metala i nemetala, Sinj	479	512	93,6	4091	6353	64,4
	Rudnik lignita, Špičkovina	1680	1825	92,0	16560	16195	102,2
	Stubički ugljenokopi, Tugonica	13188	10747	122,7	107966	102286	105,5
	Križevački ugljenokopi, Voj. Kloštar	4564	4144	110,1	36745	27384	135,3
	Kordunski rudnici, Topusko	—	917	—	6750	8760	77,2
	Ostali	—	167	—	—	2192	—
Svega lignit		84851	98588	86,0	698143	716555	97,4
Ukupno sve vrste ugljena		207306	230162	90,1	1633209	1672537	97,7

INDEKS PROIZVODNJE UGLJENA I KOKSA U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						koksare	plinare
		Ukupno	kameni	mrki	lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora		
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proizvodnja u 000 t	VIII. 1958	1572	100	693	779	437	207	333	581	0,9	13,4	82	2,1
	I.-VIII. 1958	11926	775	5413	5738	2954	1633	2671	4546	7,2	113,5	686	16,9
Indeks na bazi	VIII. 1957	103	96	99	108	119	87	97	103	90	121	91	110
	I.-VIII. 1957	101	95	95	107	104	94	98	101	100	145	99	100

INDEKS PROIZVODNJE I PRERADE NAFTE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	»White« špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	000m³	t	t	t	t	t	t	t
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja	VIII. 1958	42072	3320	101443	21617	911	4942	28617	3773	214
	I.-VIII. 1958	308720	30370	739480	170486	4550	40513	199015	28406	1422
Indeks na bazi	VIII. 1957	125	101	108	102	111	66	111	124	126
	I.-VIII. 1957	119	112	107	122	76	82	115	101	166

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 10/1958)

STRUKTURA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO VRSTAMA POTROŠAČA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE ZA KOLOVOZ 1958.

Potrošačka grupa		Godina 1958			Godina 1957			Odnos u %	
		Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	1 : 4	3 : 6
a		1	2	3	4	5	6	7	8
Široka potrošnja	Kućanstva	25 563	20,9	225 505	20 742	19,3	160 488	123,2	140,6
	Rasvjeta u posl. prost.	2 256	1,9	25 876	2 226	2,1	25 894	121,1	122,7
	Ras. u društv. prost.	440	0,4	5 993					
	Motori i aparati	3 688	3,0	29 071	3 505	3,3	23 641	105,0	122,8
	Poljoprivredni motori	786	0,6	4 561	753	0,7	3 532	104,2	129,0
	Javna rasvjeta	1 285	1,1	11 452	1 117	1,0	9 738	115,0	117,6
	Vodovod	4 377	3,6	28 456	3 941	3,7	26 193	111,0	108,5
	Električna gradska vuča	1 215	1,0	9 606	1 170	1,1	8 818	103,8	108,7
	Preprodavci	1 367	1,1	11 085	1 260	1,2	9 572	108,3	115,5
	Ukupno	40 977	33,6	351 605	34 714	32,4	267 876	119,0	131,2
Vele-potrošači	Ugljenokopi	5 461	4,5	46 306	5 980	5,6	49 530	91,2	93,6
	Tvornice cementa	6 986	5,7	48 966	6 358	5,9	46 529	109,7	105,2
	Ostala industrija	22 818	18,7	186 317	19 738	18,4	153 141	115,5	121,5
	Ukupno	35 265	28,9	281 589	32 076	29,9	249 200	110,0	112,8
Specijalni potrošači	Elektrokemija	9 718	8,0	170 066	16 071	15,0	186 681	60,5	91,1
	Elektrometalurgija	14 980	12,2	198,353	8 234	7,7	67 443	182,0	105,8
	Električne željeznice	499	0,4	6 865	1 015	1,0	7 831	49,1	87,5
	Melioracije	33	0,0	663	*	*	*	*	*
	Ukupno	25,230	20,6	275,947	25,320	23,7	261 955	99,5	105,2
Predano potrošačima		101 472	83,1	909 141	92 110	86,0	779 031	110,1	116,5
Gubici	prijenosa	7 450	6,1	69 629	6 140	5,6	32 416	121,2	214,8
	razdiobe	13 072	10,8	99 789	9 108	8,4	93 091	143,3	107.4
Ukupno raspoloživa električna energija		121 994	100,0	1 078 559	107 358	100,0	904 538	113,5	119,2

* Potrošnja grupe »Melioracije« u 1957. god. bila je iskazivana pod grupom »Poljoprivredni motori«.

INDEKS PROIZVODNJE ELEKTROENERGIJE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	FNRJ			Po narodnim republikama					
		Ukupno	hidro	termo	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja u kWh × 10^6	VIII. 1958	569	288	281	137	61	222	119	28,0	1,2
	I.-VIII. 1958	4742	2994	1748	1126	781	1588	1021	195,2	30,2
Indeks na bazi	VIII. 1957	110	105	115	119	94	111	106	123	75
	I.-VIII. 1957	120	132	105	125	115	105	147	164	131

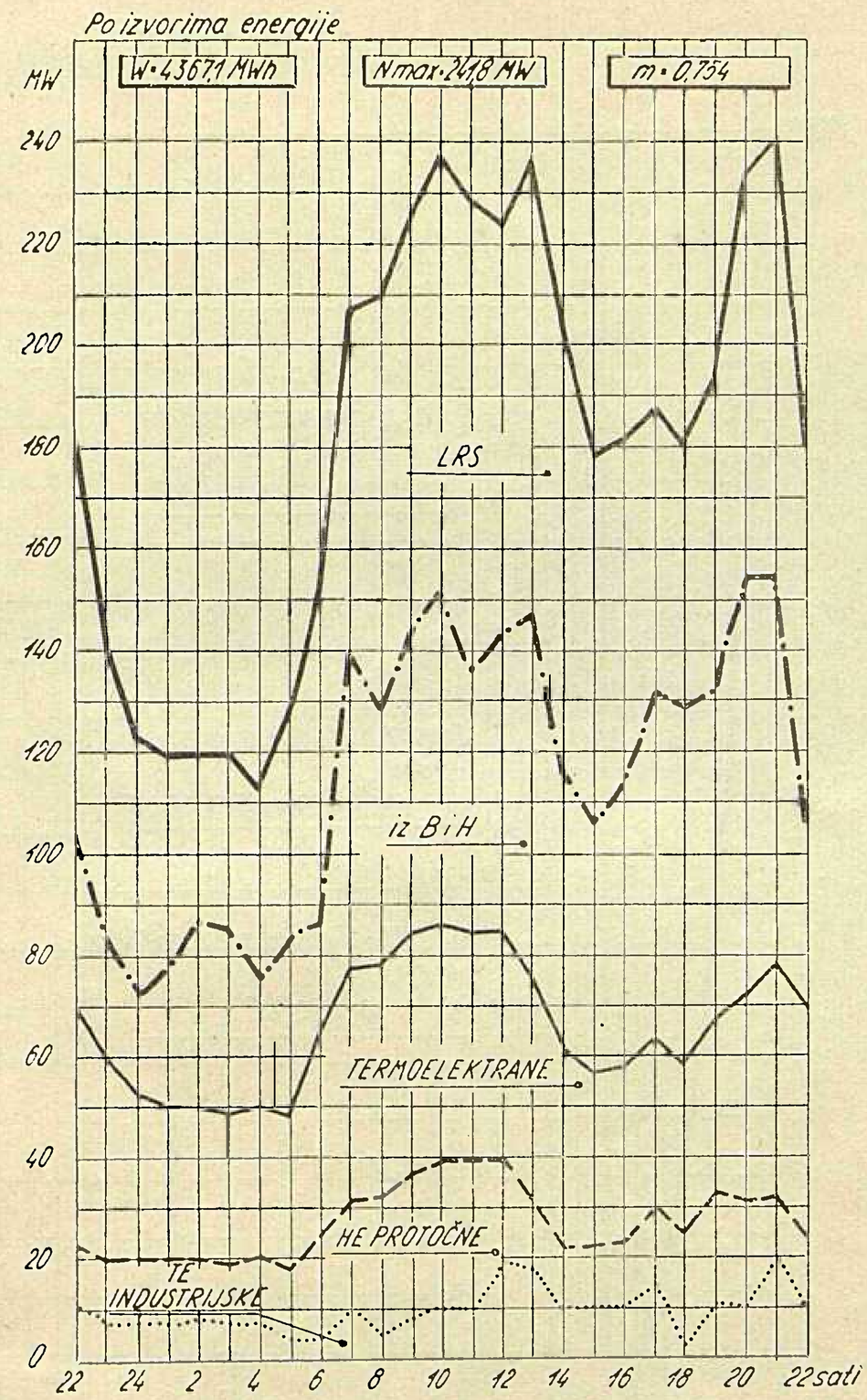
INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U FNRJ

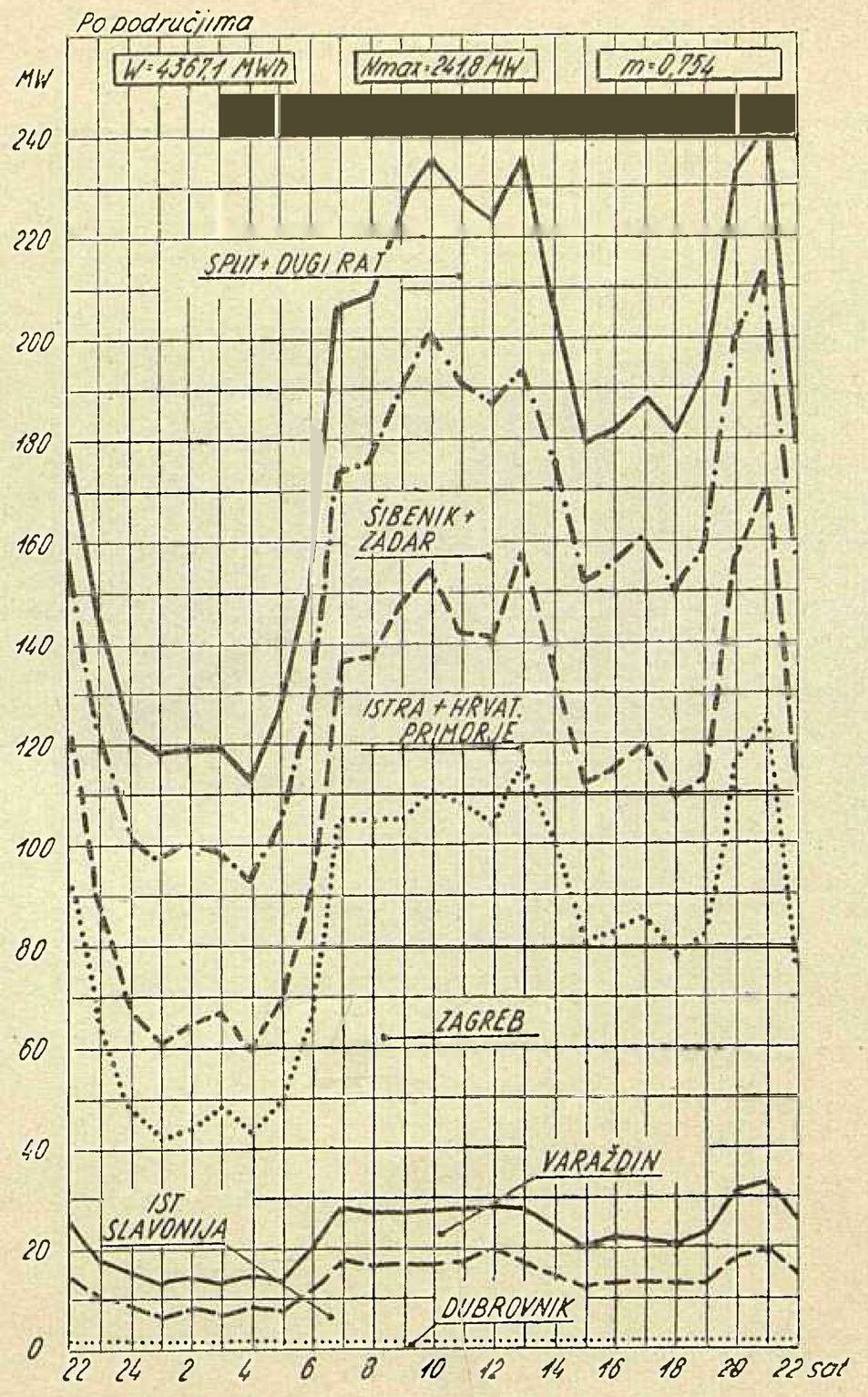
Izvještajno razdoblje	FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VIII. 1958	107	110	102	104	110	140	132	100	112	102
VIII. 1957	102	99	102	104	105	108	111	101	104	98
I.-VIII. 1958	104,4	106,8	99,8	102,2	105,8	122,8	114,1	104,9	106,4	100,3
I.-VIII. 1957	94,5	92,0	93,8	96,0	97,1	90,8	84,7	92,7	97,1	88,9

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 10/1958)

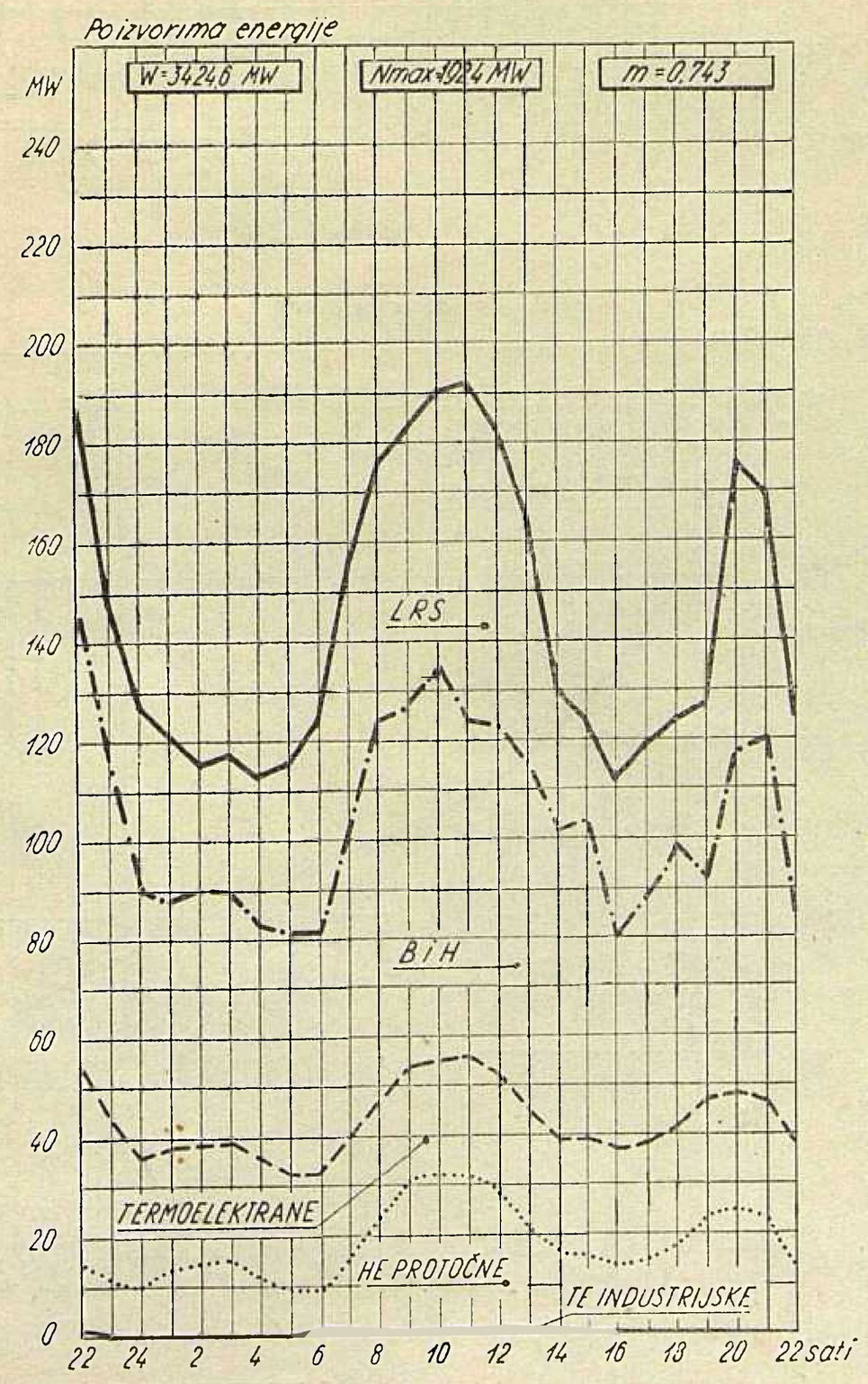
Tokovi dnevnog opterećenja 20. i 24. 8. 1958

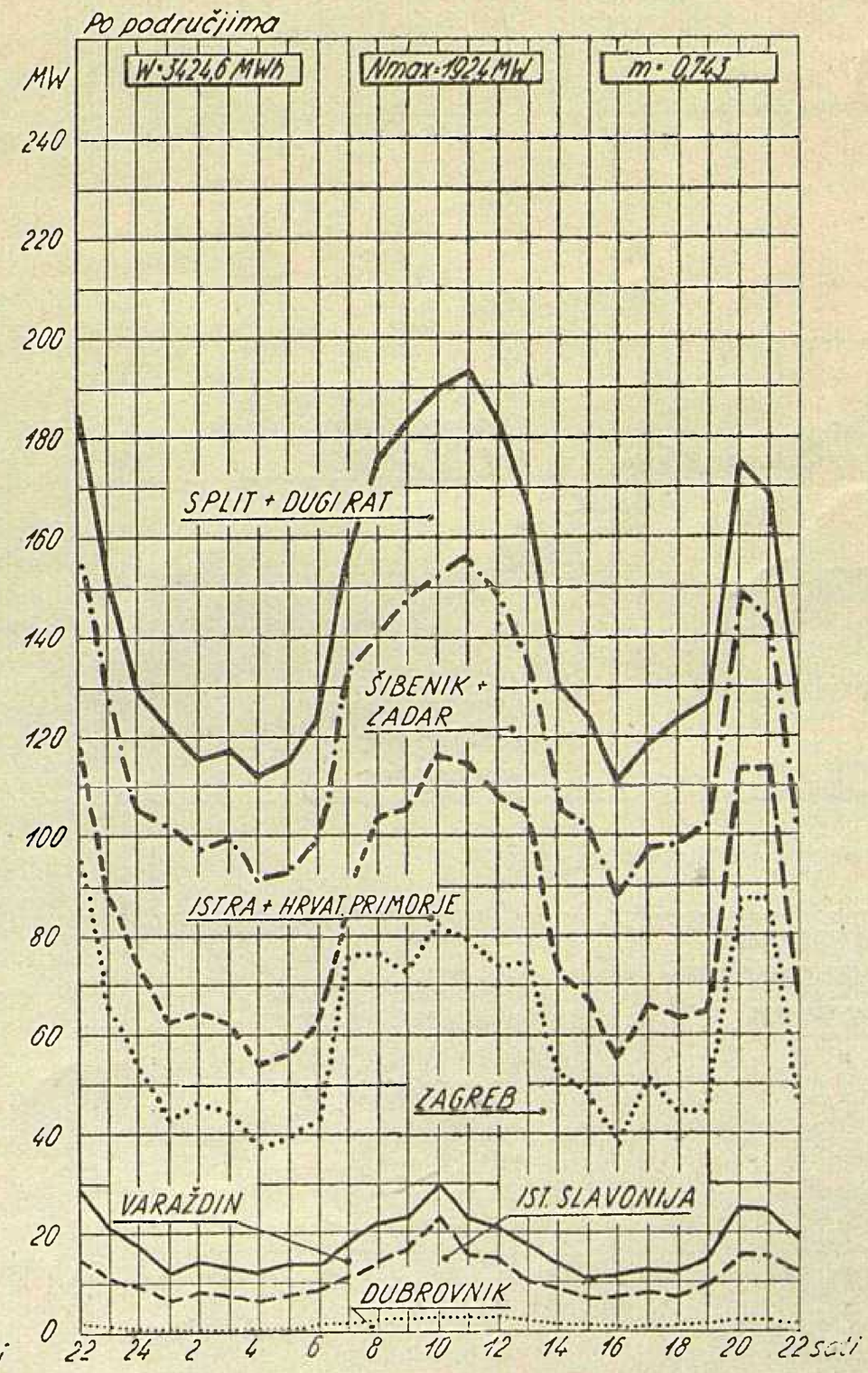
SRIJEDA 20. VIII. 1958



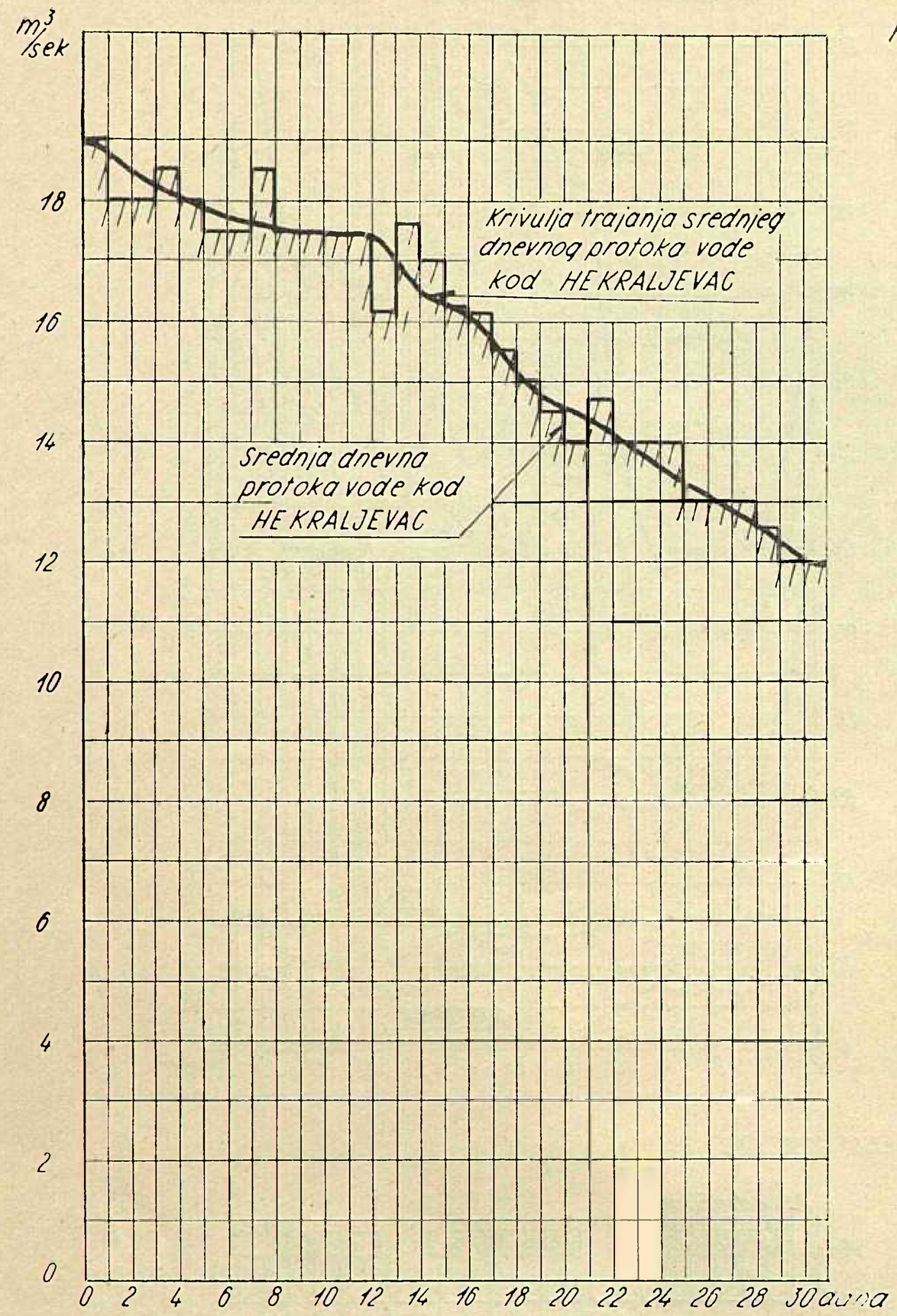


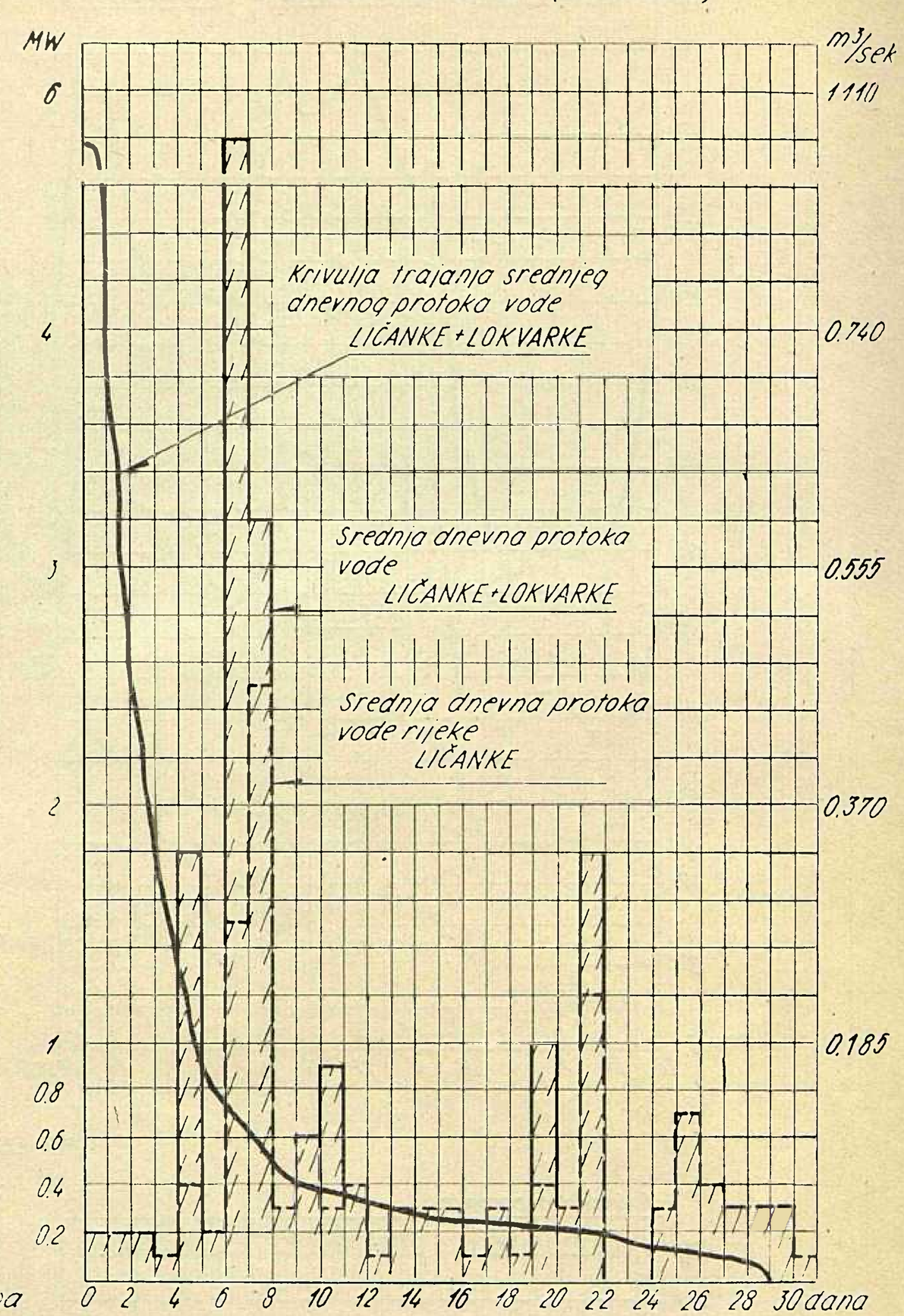
NEDJELJA 24. VIII. 1958

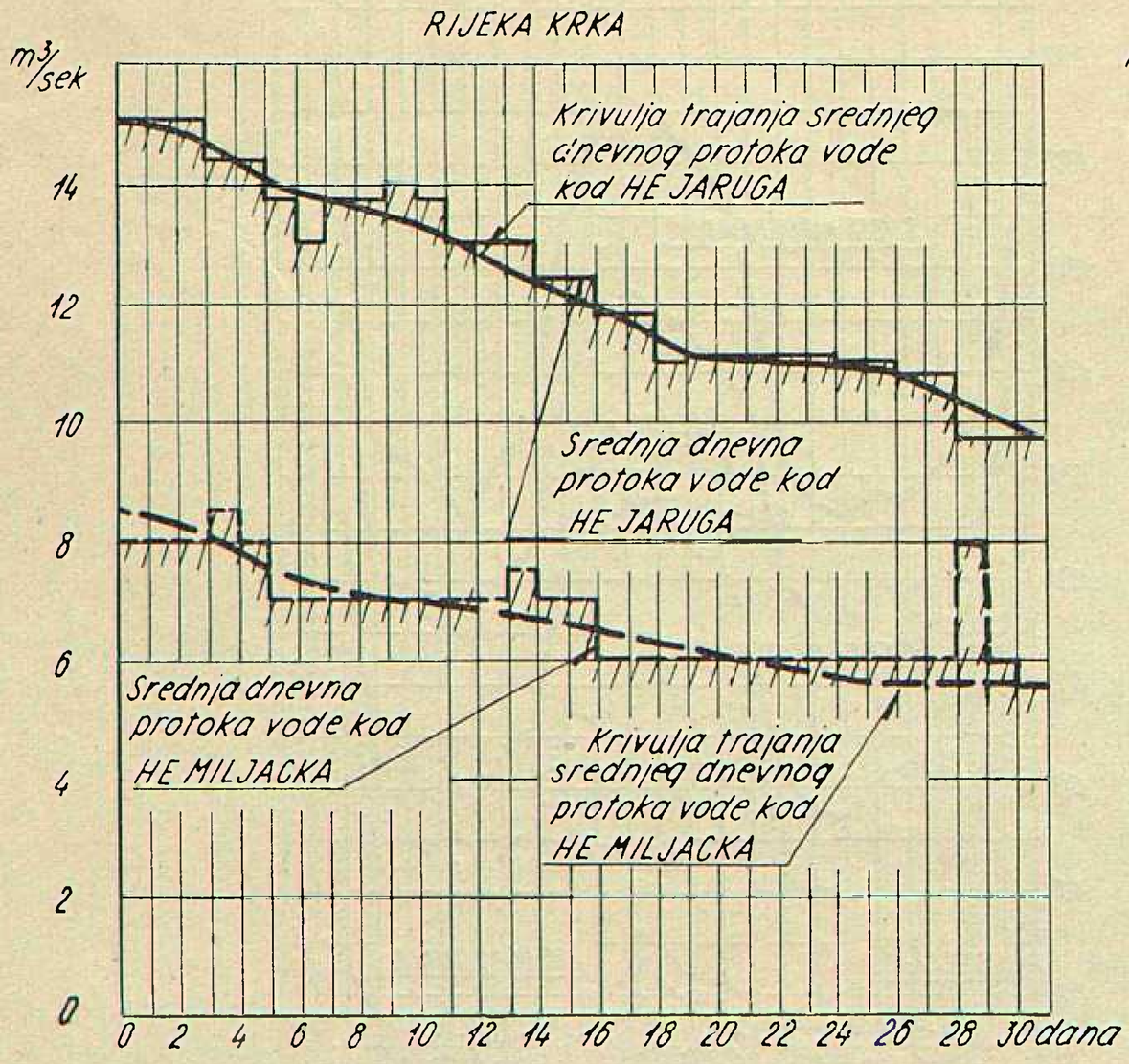


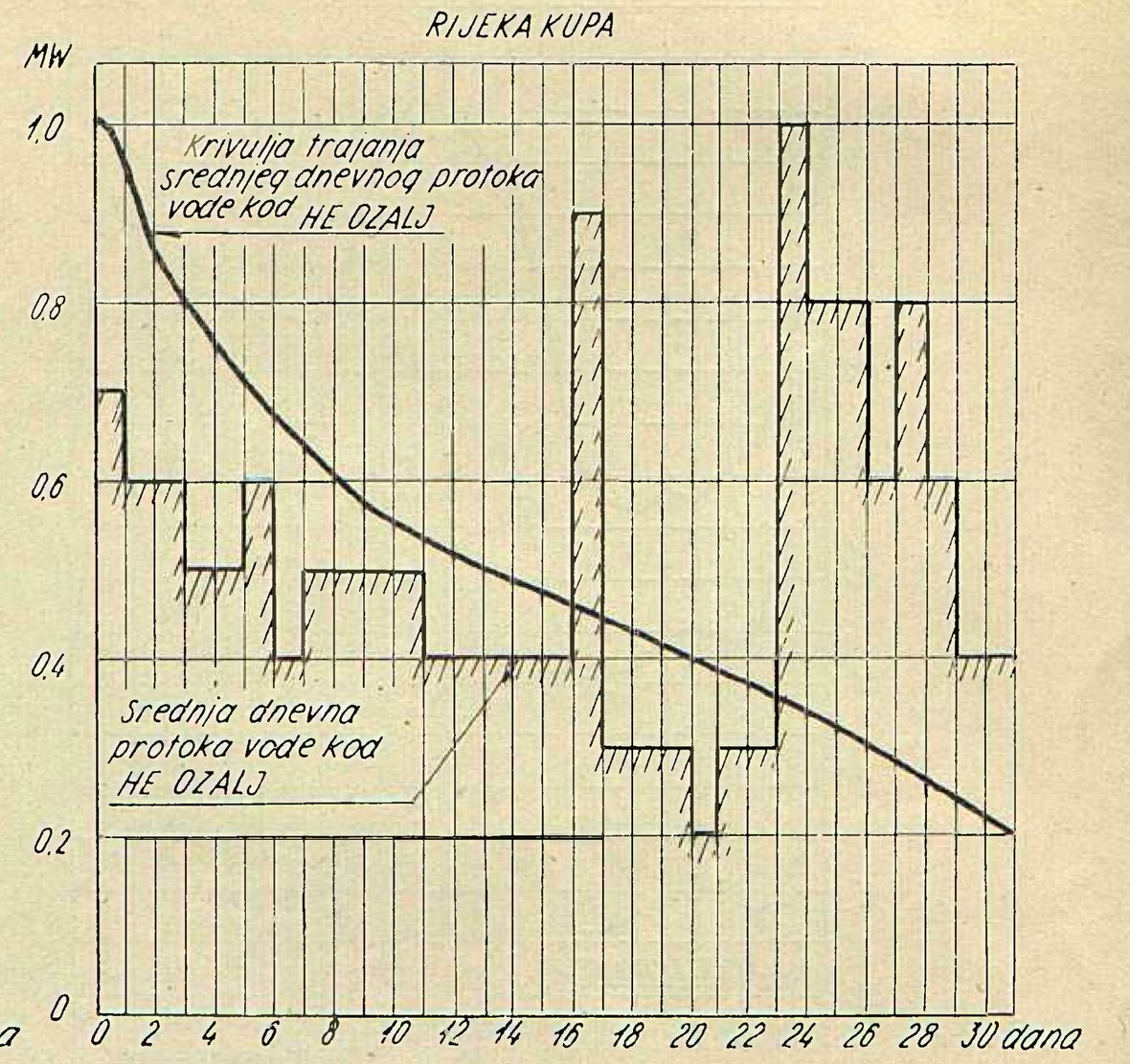


Dijagram protoka vode za mjesec kolovoz 1958.









STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ ZA MJESEC RUJAN 1958

Proizvodnja i razmjena električne energije NR Hrvatske

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh						Razmjena-saldo			Ukupno (5+6+7+8+9)
		Udružene elektroprivrede		Većih ind. elektrana		Ukupno		Slovenija	BiH	Madjarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IX.	1957	27511	21139	908	18524	28419	39663	22055	30968	—	121105
X.	1957	56381	21448	1443	18433	57824	39881	24376	18151	—	140232
XI.	1957	62666	22061	1658	15361	64324	37422	22922	23715	—	148383
XII.	1957	59164	30818	1327	16402	60491	47220	20228	38150	—	166089
Ukupno	1957	617143	207162	15721	166377	632864	373539	327226	262951	—	1596580
I.	1958	79976	26430	1886	11074	81862	37504	—1302	46891	—	164955
II.	1958	63077	19323	1580	12757	64657	32080	1779	50530	—	149046
III.	1958	86975	17759	2024	11951	88999	29710	—6000	62133	—5697	169145
IV.	1958	81811	20540	2255	11236	84066	31776	18930	26817	—5984	155605
V.	1958	75964	11664	1557	11331	77521	22995	4473	52800	—6726	151063
VI.	1958	47745	16101	944	12613	48689	28714	37883	32896	—6886	141296
VII.	1958	28368	22876	676	15848	29044	38724	50377	29342	—9342	138145
VIII.	1958	14000	26016	339	14979	14339	40995	49614	34654	— 896	138706
IX.	1958	7734	37102	215	19356	7949	56458	25714	53069	— 111	143079
Ukupno I.-IX.	1958	485650	197811	11476	121145	497126	318956	181468	389132	—35642	1351040

ENERGETSKA BILANCA ZEP HRVATSKE ZA RUJAN 1958. U MWh

IZVOR ELEKTRIČNE ENERGIJE	1958		1957		Odnos u %	
	Izvješt. mjesec	Od početka godine	Izvješt. mjesec	Od početka godine	1 : 3	2 : 4
a	1	2	3	4	5	6
Proizvodnja na generatoru: hidroelektrane	7734	485650	27511	438932	28,1	111,0
termoelektrane	37102	197811	21139	132835	176,0	149,0
Ukupno (a)	44836	683461	48650	571767	92,5	119,0
Vlastiti potrošak	3784	25466	2413	15817	157,0	161,5
Prag udruženih elektrana	41052	657995	46237	555950	89,0	118,0
Nabava od industrijskih elektrana (b)	3298	8628	3774	13152	88,3	65,5
Razmjena sa susjed. zajednicama (c)	78783	570600	53023	438470	148,2	130,4
Razmjena sa inozemstvom (d)	— 111	—35642	—	—	—	—
Ukupno raspoloživo na pragu:	123022	1201581	103034	1007572	119,3	112,0
Gubici: prijenosa	6658	76287	5001	37417	133,0	205,0
razdiobe	9807	109596	9061	102152	108,5	108,6
Predano potrošačima	106557	1015698	88972	868003	119,8	117,2
Industr. vlastita opskrba (e)	16273	123993	15658	114322	103,7	108,6
Ukupna proizvodnja (F = a + b + e)	64407	816082	68082	699241	94,6	116,7
Proizvodnja, nabava i razmjena (G = f + c + d)	143079	1351040	121105	1137711	118,1	118,9
Nenamirene potrebe: zbog pomanjkanja energije	1438,4	2169,7	80,4	1926,1	—	112,7
zbog pogonskih smetnji	252,8	1768,0	115,4	1551,7	219,0	113,9
Ukupni manjak električne energije	1691,3	3937,7	195,8	3477,8	866,0	113,2
Ukupna potreba električne energije	144770,2	1354977,7	121300,8	1141188,8	119,1	118,5
Zadovoljenje u %	98,9	99,7	99,8	99,6	99,2	100,2

POGONSKI POKAZATELJI ELEKTRANA ZA RUJAN 1958.

Vrst elektrana		NAZIV ELEKTRANE	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh: u izvj. mjesecu	Proizvodnja u MWh: od početka godine	Vlastiti potrošak: MWh	Vlastiti potrošak: % od proizvodnje	Moguća proizvodnja MWh	Faktor iskorištenja %	Maksimalno opterećenje MW	Utrošak topline kcal/kWh
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UDRUŽENI E	HE	Vinodol	75,2	—	86 214	—	—	—	—	—	—
		Ozalj	5,0	451	16 737	35	7,8	475	95,0	...	—
		Zeleni Vir	0,8	47	3 314	1	2,1	48	98,0	0,68	—
		Fužine	4,0	—	359	—	—	—	—	—	—
		Kraljevac	68,0	2 853	253 114	180	6,3	4 020	71,0	16,0	—
		Miljacka	20,0	3 245	92 758	28	0,1	3 861	84,0	...	—
		Jaruga	5,4	1 123	27 221	3	0,3	1 134	99,0	1,8	—
		Zavrelje	1,5	—	5 294	—	—	—	—	—	—
		Mihaljevci	0,08	1	24	—	—	—	—	—	—
		Kuzmica	0,2	14	615	0	—	...	...	...	—
		Svega	××××	7 734	485 650	247	3,2	××××××	××××××	××××	××××××
	TE	Zagreb	17,0	8 326	49 545	889	10,6	12 240	74,8	...	6 550
		Jertovec	39,8	22 345	110 219	1896	8,5	28 656	77,7	...	4 048
		Vlaška	9,0	2 406	23 924	379	15,4	6 480	36,4	7,3	5 886
		Rijeka	5,0	2 833	5 269	250	8,8	3 600	78,7	6,5	6 020
		Gospić	1,1	—	57	—	—	792	—	—	—
		Dubrovnik	1,0	13	239	—	—	720	18,0	...	...
		Zadar	0,5	—	4	—	—	360	—	—	—
		Osijek	3,4	1 028	5 107	97	9,4	2 448	42,0	2,8	6 944
		Županja	4,0	—	2 253	—	—	2 880	—	—	—
		Đakovo	0,5	149	1 178	26	17,4	·360	41,4	...	10 720
		Vinkovci	0,2	2	15	—	—	144	1,4	...	...
		Kuzmica	0,2	—	1	—	—	144	—	—	—
		Svega	××××	37 102	197 811	3 537	9,5	××××××	××××××	××××	××××××
	Ukupno		××××	44 836	683 461	3 784	8,4	××××××	××××××	××××	××××××
INDUSTRIJSKE	HE	Pam. ind., Duga Resa	1,7	17	3 304	*	*	...	...	...	—
		Tv. papira, Rijeka	0,4	47	2 253	*	*	...	...	...	—
		Tv. cementa, Majdan	1,0	41	3 418	...	...	...	...	...	—
		Roški Slap, Siverić	0,8	110	2 501	...	...	...	...	...	—
		Svega	××××	215	11 476	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
	TE	Željezara, Sisak	5,5	3 209	29 870	563	17,5	3 960	81,1	6,3	...
		Rafinerija nafte, Sisak	4,0	1 808	16 401	112	6,2	2 880	62,6	2,7	2 719
		Pam. ind., Duga Resa	2,6	1 683	11 040	134	8,0	1 872	90,0	3,0	4 300
		Pam. ind., Zagreb	0,5	—	3	—	—	360	—	—	—
		Tv. papira, Zagreb	2,1	767	6 859	72	9,4	1 512	50,7	...	...
		Tv. papira, Rijeka	2,0	863	5 828	36	4,2	1 440	59,8	1,7	5 599
		Tv. cem., Koromačno	1,2	217	1 675	57	26,2	864	40,4	0,95	...
		Jugovinil, Split	17,5	6 612	23 382	620	9,5	12 600	52,5	...	...
		Tv. cementa, Sućurac	3,7	35	35	...	...	2 664	1,3	...	...
		Tv. cementa, Majdan	1,6	918	8 706	...	...	1 152	79,5	...	...
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	1 463	9 327	168	11,5	4 320	33,9	...	...
		Tv. vagona, Sl. Brod	3,0	638	6 267	97	15,2	2 160	29,5	2,0	5 150
		Sladorane, Županja	3,0	612	805	98	—	2 160	28,4	1,5	3 170
		Šećerane, Osijek	2,0	531	947	—	...	1 440	36,9	...	2 000
		Svega	××××	19 356	121 145	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
	Ukupno		××××	19 571	132 621	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
Sveukupno			××××	64 407	816 082	...	...	××××××	××××××	××××	××××××

* Vlastiti potrošak za industrijske elektrane, koje rade hidro i termo, iskazan je ukupno pod termo.

VODNA BILANCA HE VINODOL ZA RUJAN 1958.

Akumulacija 31. VIII. 1958		21715 MWh	Raspoloživa količina vode	22754 MWh
dotok Lokvarka	557 MWh		Proizvodnja	—
dotok Ličanka	481 MWh		Preljev preko brane	—
Ukupno		1038 MWh	Akumulacija 30. IX. 1958	22754 MWh

PROIZVODNJA UGLJENA ZA RUJAN 1958.

Vrste ugljena — ugljenokopi		Proizvodnja u tonama					
		izvještajni mjesec			od početka godine		
		1958	1957	odnos % 1:2	1958	1957	odnos % 4:5
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Raša		74590	67380	110,6	614520	626310	98,1
MRKI	Rudnik mrkog ugljena, »Dubravice«	596	664	89,8	4967	5598	88,8
	Golubovečki ugljenokopi, Golubovec	6585	7220	90,4	62630	64529	97,1
	Rudnik mrkog ugljena, Ivanopolje	782	1417	55,2	14234	18518	76,9
	Krapinski ugljenokopi, Krapina	1956	1503	130,2	15651	17335	90,3
	Međimur. ugljenokopi, Mursko Središće	15970	16844	94,5	150965	150550	100,2
	Rudnik mrkog ugljena, Pregrada	4290	4568	93,9	43817	41967	104,4
	Rudnici mrkog ugljena, Siverić	12825	12442	103,1	107804	109601	98,4
	Konjšćinski ugljenokopi, pogon Zajezda	2610	3000	87,0	23045	29930	77,0
	Rudnik »Češko selo«	750	382	196,2	4423	1331	332,0
	Rudnik mrkog ugljena, Ratkovica	1249	1592	78,4	15113	7367	164,2
	Svega mrki	47513	49672	95,9	442649	446724	99,1
LIGNIT	Ivanečki ugljenokopi, Ivanec	16891	13959	121,1	122515	115220	106,3
	Konjšćinski ugljenokopi, Konjšćina	16417	25742	63,8	178246	217987	81,8
	Koprivnički ugljenokopi, Koprivnica	9864	14223	69,3	104580	111281	94,0
	Rudnik lignita, Ladanje Donje	13611	13066	104,2	118670	116834	101,6
	Bjelovarski ugljenokopi, Mišulinovac	4004	3740	107,1	34331	32225	106,6
	Novogradiški ugljenokopi, N. Gradiška	—	571	—	4081	8203	49,7
	Rudnik lignita »Bilo«, Pitomača	3481	3634	95,8	27876	26570	104,9
	Rudnici ugljena, metala i nemetala, Sinj	453	544	83,3	4544	6897	65,8
	Rudnik lignita, Špičkovina	1740	2515	69,0	18300	18710	97,8
	Stubički ugljenokopi, Tugonica	12812	10877	117,8	120778	113163	106,7
	Križevački ugljenokopi, Voj. Kloštar	4847	4140	117,1	41592	31524	131,8
	Kordunski rudnici, Topusko	—	1446	—	6750	10206	66,3
	Ostali	—	111	—	—	2303	—
	Svega lignit	84120	94568	88,9	782263	811123	96,4
Ukupno sve vrste ugljena		206323	211620	97,5	1839532	1884157	97,6

INDEKS PROIZVODNJE UGLJENA I KOKSA U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						koksare	plinare
		Ukupno	kameni	mrki	lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora		
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proizvodnja u 000 t	IX. 1958	1649	108	692	849	489	206	331	608	1,0	14,2	86	2,1
	I. - IX. 1958	13575	883	6105	6587	3443	1839	3002	5154	8,2	127,7	772	19,0
Indeks na bazi	IX. 1957	115	111,3	104,2	126,0	137,0	93,4	102,3	117,0	125,0	111,0	110,0	110,5
	I. - IX. 1957	102	96	95	109	108	95	99	102	100	139	99	105

INDEKS PROIZVODNJE I PRERADE NAFTE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	»White« špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	000m³	t	t	t	t	t	t	t
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja	IX. 1958	39339	3298	98232	23879	637	5340	27554	3265	204
	I. - IX. 1958	348059	33668	837712	194365	5187	45853	226569	32271	1626
Indeks na bazi	IX. 1957	116	88	103	120	104	56	152	89	118
	I. - IX. 1957	119	111	107	122	79	76	119	101	117

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 11/1958)

STRUKTURA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO VRSTAMA POTROŠAČA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE ZA RUJAN 1958

Potrošačka grupa		Godina 1958 Izvještajni mjesec	1958 %	1958 Od početka godine	1957 Izvještajni mjesec	1957 %	1957 Od početka godine	Odnos u % 1 : 4	Odnos u % 3 : 6
a		1	2	3	4	5	6	7	8
Široka potrošnja	Kućanstva	31 252	25,4	256 757	24 895	24,1	185 383	125	138
	Rasvjeta u posl. prost.	2 568	2,1	28 444	2 656	2,6	28 550	117	127
	Ras. u društv. prost.	471	0,4	6 464					
	Motori i aparati	3 965	3,2	33 036	3 906	3,8	27 547	102	120
	Poljoprivredni motori	747	0,6	5 308	607	0,6	4 139	123	128
	Javna rasvjeta	1 514	1,3	12 966	1 307	1,3	11 045	116	117
	Vodovod	4 121	3.4	32 577	3 388	3,3	29 581	122	110
	Električna gradska vuča	1 252	1,0	10 858	1 169	1,1	9 987	107	108
	Preprodavci	1 285	1,0	12 370	1 257	1,2	10 829	104	114
	Ukupno	47 175	37,4	398 780	39 185	38,0	307 061	121	130
Velepotrošači	Ugljenokopi	5 402	4,4	51 708	5 631	5,5	55 161	96	94
	Tvornice cementa	6 554	5,3	55 520	6 288	6,1	52 817	103	105
	Ostala industrija	26 787	21,8	213 104	20 466	19,9	173 607	131	123
	Ukupno	38 743	31,5	320 332	32 385	31,5	281 585	119	113
Specijalni velepotrošači	Elektrokemija	12 312	10,0	182 378	10 589	10,2	197 270	116	92
	Elektrometalurgija	6 766	5,5	105 119	5 895	5,7	73 338	115	144
	Električne željeznice	1 521	1,2	8 386	918	0,9	8 749	165	96
	Melioracije	40	0,0	703	*	*	*	*	*
	Ukupno	19 118	15,5	296 586	17 402	16,8	279 357	110	106
Predano potrošačima		106 557	86,6	1 015 698	88 972	86,3	868 003	120	128
Gubici	prijenosa	6 658	5,4	76 287	5 001	4,9	37 417	133	204
	razdiobe	9 807	8,0	109 596	9 061	8,8	102 152		
Ukupna raspoloživa električna energija		123 002	100,0	1 201 581	103 034	100,0	1 007 572	121	119

* Potrošačka grupa »Melioracije« u 1957. god. bila je iskazivana pod grupom »Poljoprivredni motori«.

INDEKS PROIZVODNJE ELEKTROENERGIJE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	FNRJ Ukupno	FNRJ hidro	FNRJ termo	Po narodnim republikama Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja u kWh × 10^6	IX. 1958	580	235	345	146	68	225	112	28,7	0,6
	I—IX. 1958	5322	3229	2093	1272	849	1813	1133	223,9	30,8
Indeks na bazi	IX. 1957	114	91	138	133	92	124	96	115	38
	I—IX. 1957	120	128	109	127	112	106	139	153	121

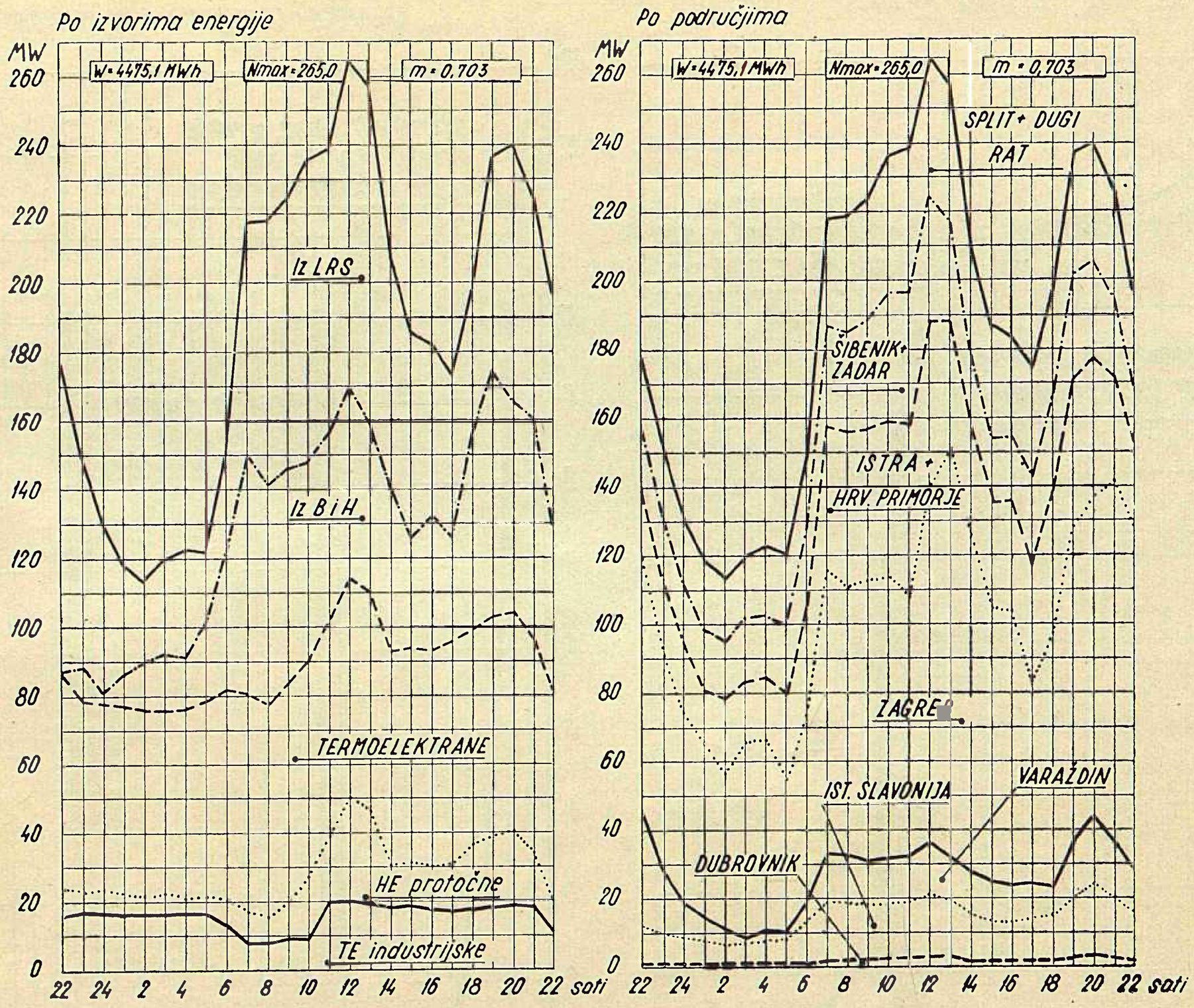
INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U FNRJ

Izvještajno razdoblje		Po narodnim republikama FNRJ	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Po namjeni Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IX.	1958.	117	123	114	111	115	130	196	116	116	121
	1957.	106	107	109	101	103	106	116	102	102	116
I—IX.	1958.	105,8	108,6	101,4	103,2	106,9	123,6	123,2	106,1	107,4	102,7
	1957.	95,7	93,7	95,5	97,4	97,7	92,4	91,5	93,7	97,6	91,9

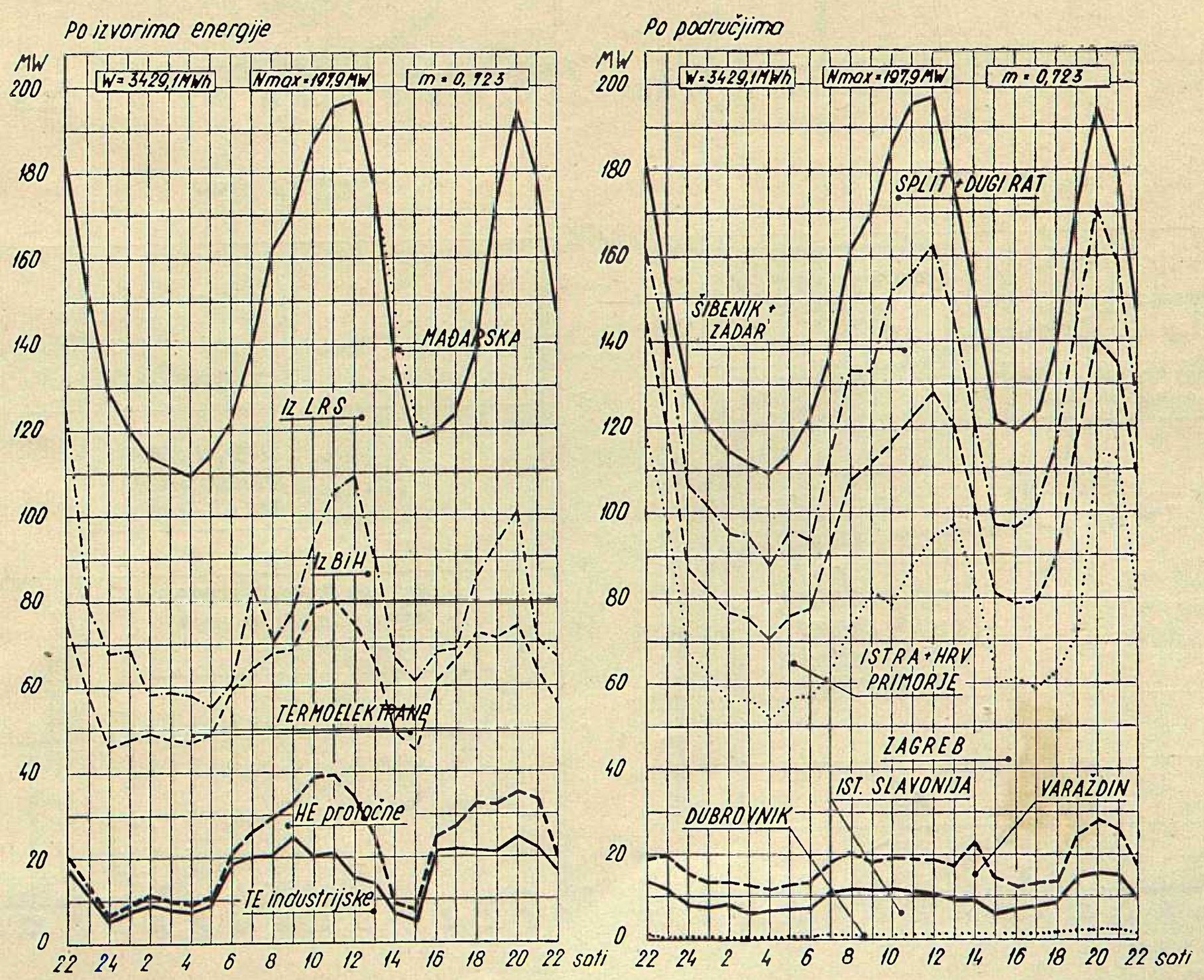
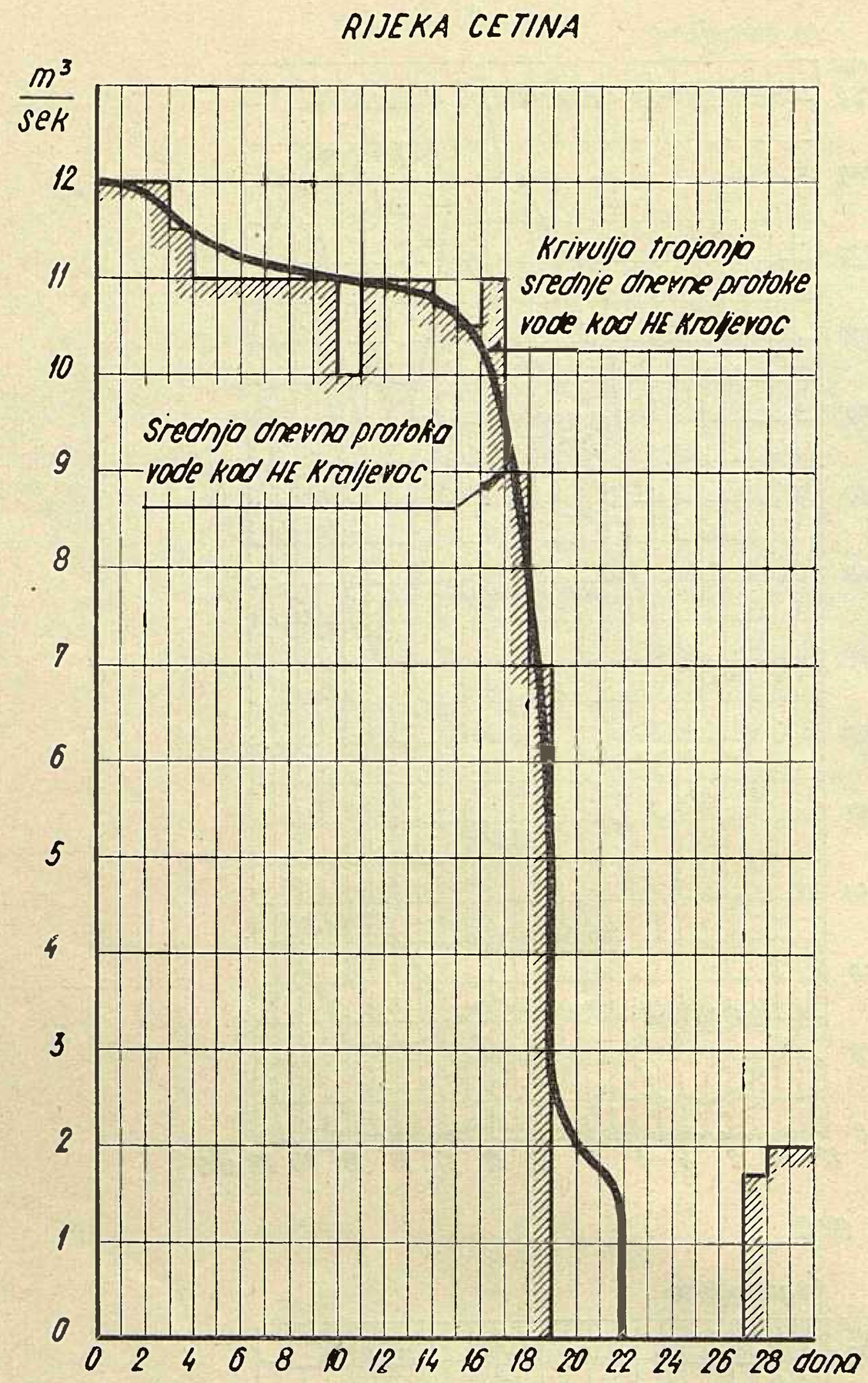
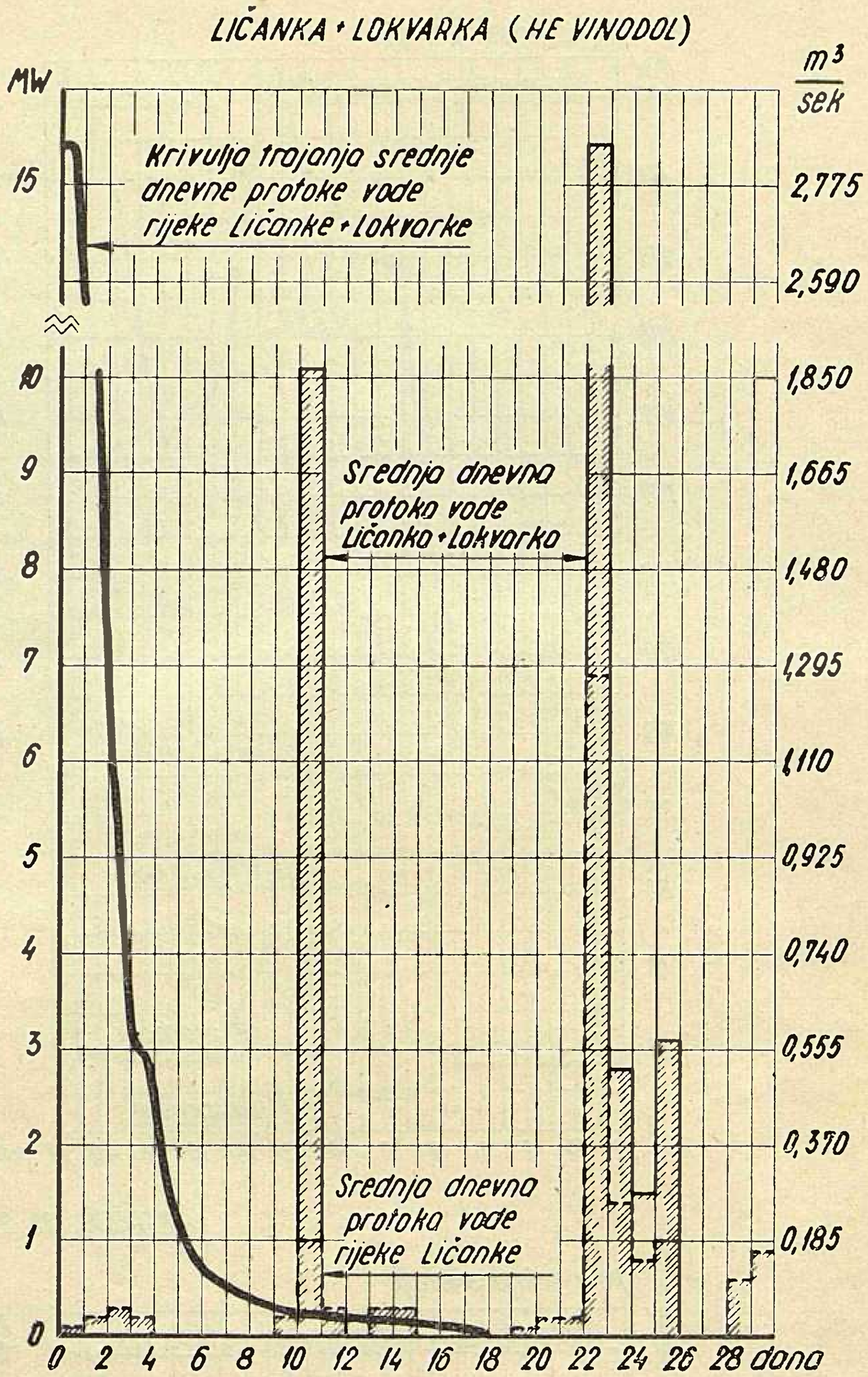
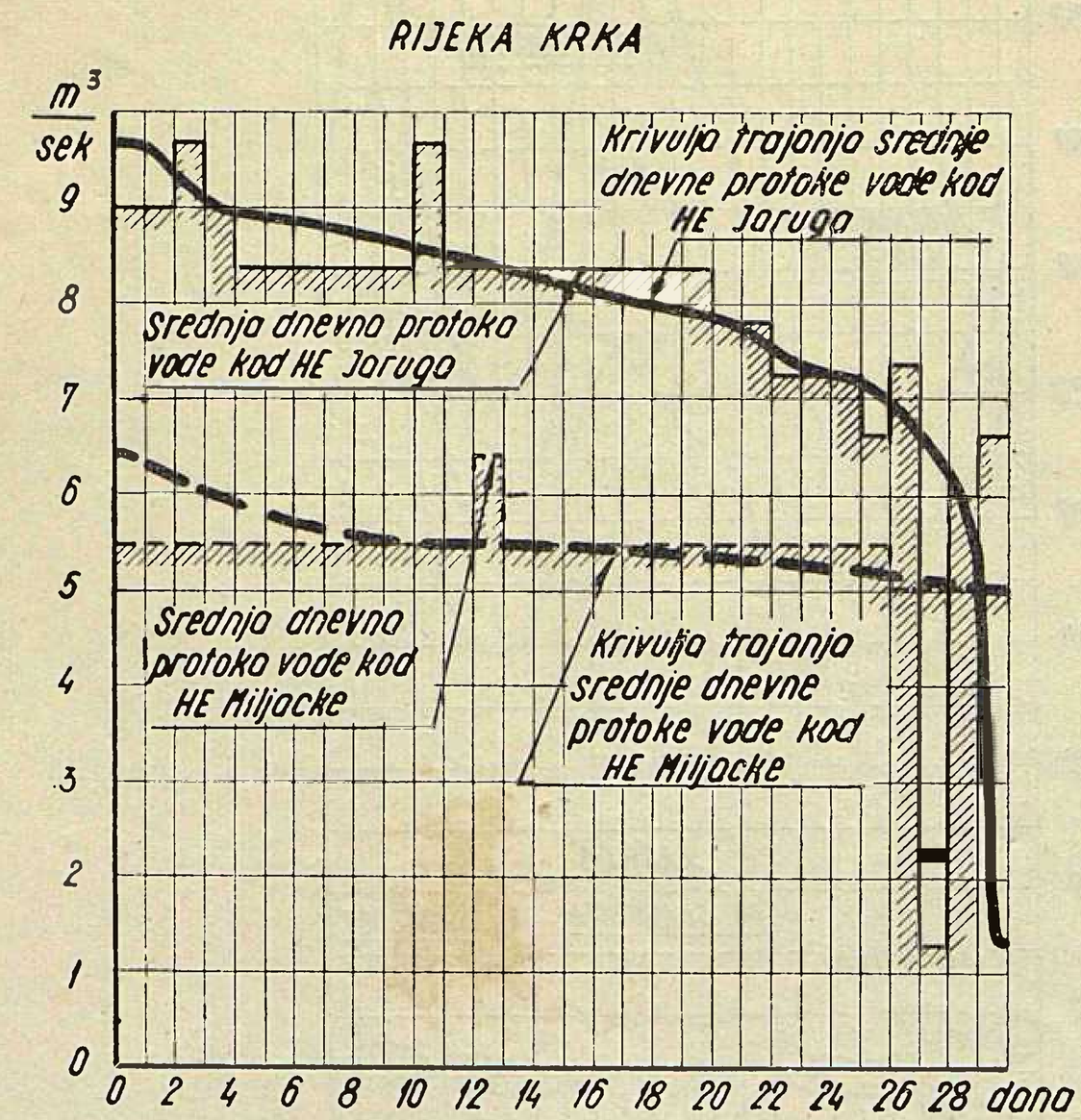
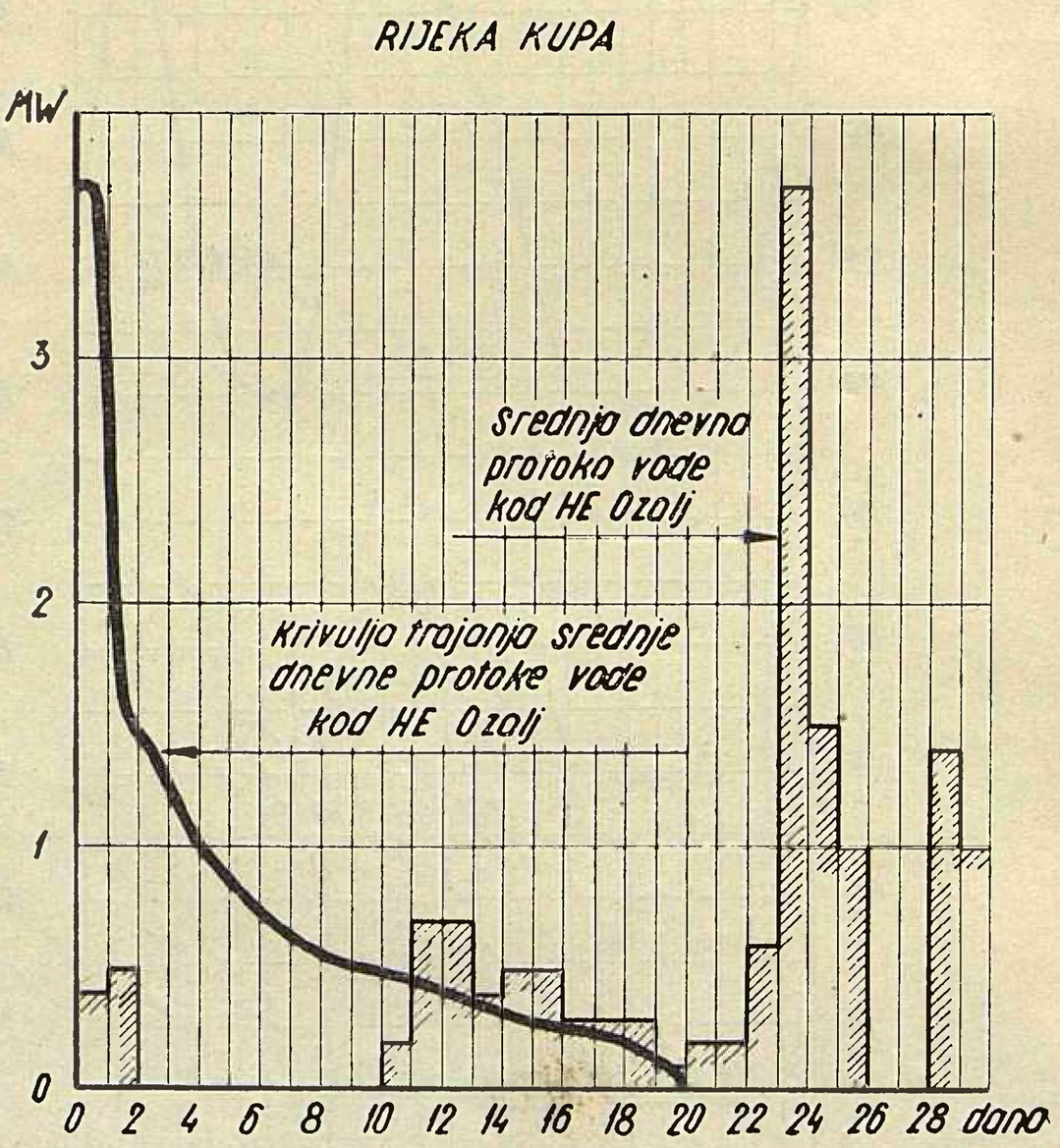
Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 11/1958)

Tokovi dnevnog opterećenja 17. i 21. 9. 1958

SRIJEDA 17. 9. 1958.



NEDELJA 21. 9. 1958.



Dijagram protoka vode za mjesec rujan 1958